



Este documento es copia del original firmado.

Se han ocultado datos personales en aplicación de la normativa vigente.

**CICERO**  
infraestructuras

**PROYECTO DE RSMT (20KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y RSBT EN AVDA. DE LAS ROZUELAS 3, TORRELODONES, MADRID  
Exp. 9038334430**

**ACTUACIÓN NUEVA**

**PROPIEDAD INSTALACIONES:  
I-DE-REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U  
C.I.F. A-95075578**

RSMT (20 kV), CT (1x400kVA), RSBT

Madrid, Abril de 2022

**PROYECTO DE RSMT (20KV), CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN Y RSBT EN AVDA. DE LAS  
ROZUELAS 3, TORRELODONES, MADRID  
Exp. 9038334430**

**ACTUACIÓN NUEVA**

**PROPIEDAD INSTALACIONES:  
I-DE-REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U  
C.I.F. A-95075578**

RSMT (20 kV), CT (1x400kVA), RSBT

---

Madrid, Abril de 2022

## **ORGANISMOS AFECTADOS**

---

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE:

ÁREA DE VÍAS PECUARIAS

Gran Vía 3, 3ª Planta. CP 28013, Madrid

CIF: S-7800001E

Afección en Cordel del Hoyo de Manzanares (2815202)

## ÍNDICE GENERAL

---

- ▶ Documento 1: *MEMORIA*
- ▶ Documento 2: *CÁLCULOS*
- ▶ Documento 3: *PRESUPUESTO*
- ▶ Documento 4: *PLANOS*


# MEMORIA

# ÍNDICE DEL DOCUMENTO

<b>1 ANTECEDENTES .....</b>	<b>5</b>
<b>2 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>3 DESCRIPCIÓN GENERAL .....</b>	<b>6</b>
3.1 RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA .....	
3.2 CENTRO TELEMANDADO PROYECTADO.....	
3.3 RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PROYECTADA.....	
<b>4 SITUACIÓN.....</b>	
<b>5 ORGANISMOS AFECTADOS .....</b>	
<b>6 REGLAMENTACIÓN .....</b>	<b>9</b>
6.1 RELACIÓN DE NORMAS ITC - RAT 02 .....	9
6.2 RELACIÓN DE NORMAS ITC LAT 02.....	11
6.3 NORMAS PARTICULARES DE LA COMPAÑÍA.....	16
<b>7 PROPIEDAD .....</b>	<b>1</b>
<b>8 PROMOTOR.....</b>	<b>16</b>
<b>9 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA LÍNEA Y COMPAÑÍA SUMINISTRADORA.....</b>	<b>16</b>
<b>10 POTENCIA PREVISTA.....</b>	<b>17</b>
<b>11 RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA.....</b>	<b>18</b>
11.1 DESCRIPCIÓN .....	18
11.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES .....	18
11.2.1 Cables .....	18
11.2.2 Especificaciones técnicas del conductor .....	19
11.2.3 Accesorios .....	19
11.3 INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS .....	20
11.3.1 Canalización entubada .....	21
11.3.2 Cruzamientos.....	22
11.3.3 Proximidades y paralelismos.....	25
11.3.4 Derivaciones.....	27
11.3.5 Ensayos eléctricos después de la instalación .....	27
11.3.6 Sistema de puesta a tierra.....	27
11.4 INTENSIDADES ADMISIBLES .....	27

**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede valdcar el documento FV12908799-  
**VISADO**

11.4.1	Coeficientes de corrección de la intensidad admisible .....	27
11.4.2	Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores .....	30
11.4.3	Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas .....	32
11.5	PROTECCIONES .....	32
11.5.1	Protecciones contra sobreintensidades .....	
11.5.2	Protecciones contra sobretensiones .....	
<b>12</b>	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TELEMANDADO PROYECTADO .....</b>	<b></b>
12.1	Descripción del Centro de Transformación Proyectado .....	
12.2	Características de los Materiales .....	
12.3	Instalación Eléctrica .....	
12.4	Medida de la energía eléctrica .....	
12.5	Automatización, telegestión y comunicaciones .....	
12.6	Acometidas de cables .....	
12.7	Instalación de puesta a tierra .....	43
12.7.1	Sistemas de PaT .....	43
12.7.2	Formas de los Electrodos .....	45
12.7.3	Materiales a Utilizar .....	43
12.7.4	Intensidad de Puesta a Tierra .....	44
12.7.5	En relación con la seguridad (Tensiones de Paso y Contacto) .....	45
12.7.6	Ejecución de las Puestas a Tierra .....	45
12.7.7	Criterios de ejecución de la puesta a tierra. ....	46
12.7.8	Cajas de seccionamiento .....	49
12.8	Instalaciones secundarias .....	50
12.9	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	53
12.10	LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN. ....	54
12.11	LIMITACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EMITIDO POR INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN	54
12.12	Unidades de protección, automatismo y control .....	55
12.12.1	ALIMENTACIÓN EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y TELEGESTIÓN .....	57
12.13	ESQUEMAS ARMARIOS DE TELEGESTIÓN .....	58
<b>13</b>	<b>RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN .....</b>	<b>62</b>
13.1	Descripción de la Red Subterránea de Baja Tensión Proyectada .....	62
13.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES .....	63
13.2.1	Cables .....	63
13.2.2	Accesorios .....	63
13.3	CANALIZACIONES .....	63
13.3.1	Canalización entubada (asiento de arena) .....	63



**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede valgar el documento FV12908799-  
**VISADO**

13.3.2	Condiciones generales para cruces .....	64
13.4	CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN.....	67
13.5	PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO .....	67
<b>14</b>	<b>PLANIFICACIÓN .....</b>	<b>68</b>
<b>15</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	



**Madrid**  
**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede valdár el documento FV12908799-7DA03

**VISADO**

## 1 ANTECEDENTES

Con motivo de la solicitud de suministro eléctrico para nuevo edificio de 28 viviendas de obra nueva situado en la Avenida de las Rozuelas 3, Torre Lodones, 28054 (MADRID), se hace precisa la instalación de una Red Subterránea de Media Tensión, un Centro de Transformación Telemandada en edificio prefabricado de superficie y una Red Subterránea de Baja Tensión.

El expediente en la compañía eléctrica que ampara la solicitud de suministro eléctrico es el **9038334430**.

Se redacta la siguiente separata como anexo al proyecto "PROYECTO DE RSMT (20KV), CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y RSBT EN AVDA. DE LAS ROZUELAS, TORRELODONES, MADRID" para:

### DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE:

ÁREA DE VÍAS PECUARIAS

Gran Vía 3, 3ª Planta. CP 28013, Madrid

CIF: S-7800001E

Afección en Cordel del Hoyo de Manzanares (2815202)

## 2 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La redacción del presente proyecto tiene como finalidad el establecimiento de todas aquellas condiciones técnicas de conexión y de seguridad de la instalación, para la correcta tramitación de los correspondientes expedientes de legalización de la instalación eléctrica ante los organismos competentes. Asimismo, se han aplicado los siguientes Proyectos Tipo de *I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.*:

*Proyecto Tipo de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV. MT 2.31.01 (Edición 10, Fecha: Mayo, 2019)*

*Especificación particular. Red Subterránea de Baja Tensión. Acometidas. MT 2.51.43 (Edición 02 Fecha: Mayo, 2019)*

*Proyecto Tipo de Centro de Transformación Prefabricado de Superficie. MT 2.11.01 (Edición 06 Fecha: Mayo, 2019)*

*Diseño de puestas a tierra para centros de transformación, de tensión nominal  $\leq 30\text{kV}$  (MT 2.11.33 (Edición 03 Fecha: Mayo, 2019)*

Madrid  
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid  
Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03  
VISADO

### 3 DESCRIPCIÓN GENERAL

El presente proyecto tiene por objeto describir y justificar los elementos que sean precisos emplear y las características técnicas necesarias para:

- La instalación de una RSMT formada por conductores HEPRZ-1 12/20 kV de 3x(1x240) mm<sup>2</sup>, que conectará el nuevo CT PROYECTADO con la red de media tensión de distribución existente.
- La instalación de un Centro de Transformación telemandado de compañía, en edificio prefabricado de superficie, CT-1 PROYECTADO, de 1x400 kVA y sistema de telegestión por PLC.
- La instalación de una RSBT formada por conductores de aluminio con aislamiento XZ1 0,6/1 kV Al de 3x(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup>.

#### 3.1 RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA

La Red Subterránea de Media Tensión Proyectada conecta al Centro de Transformación Proyectado con la Red Existente:

- Línea L-1: Línea Subterránea de Media Tensión formada por conductores de aluminio HEPRZ-1 12/20 kV de 3x (1x240) mm<sup>2</sup> de sección que discurrirá canalizada bajo tubo de PVC rojo de Ø 160 mm con una longitud aproximada de 230 m. Con origen en empalme en la línea existente LSMT ST ROZAS-28 (3551-L28) 2016P938 en el tramo comprendido entre los centros existentes CR ROZUELAS (113281541) 00ICE681 Y CT CORDEL HOYO (9035077889) ICE6952, y siguiendo la trayectoria reflejada en Planos, hace entrada y salida en el Centro de Transformación Telemandado PROYECTADO para volver a conectar con la línea en el mismo tramo a través de otro empalme.

Según carta de condiciones, la conexión se realiza en la línea "LSMT AHS L-08", que pertenece a la línea de regularización L-28.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA63

VISADO

Colegiado nº

### 3.2 CENTRO TELEMANDADO PROYECTADO

Centro de Transformación Telemandado Prefabricado Compacto Inteligente de instalación en superficie y maniobra exterior, de reducidas dimensiones miniblok.smart, según normas i-DE NI 50.40.07 y NI 50.40.06, (códigos 5040002 y 5040154) de dimensiones exteriores aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2070 mm de altura vista. Conteniendo en su interior:

- Celda compacta 2LP para Telemando según norma I-DE 2L1P-F-SF6-24-TELE (código 5042246), 2 funciones de línea y 1 de protección con ruptofusible, modelo CGMCOSMOS-2L, corte y aislamiento íntegro en SF6. Conteniendo:
  - o 2L - Interruptor rotativo III con conexión-seccionamiento puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando motor. 1 posición relé ekorRCI+ con 3xTI. Incluye indicador presencia tensión.
  - o 1P - Interruptor rotativo III con conexión-seccionamiento doble puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual tipo BR, con bobina de disparo. Incluye indicador presencia tensión, cartuchos fusibles y contactos auxiliares.
- Transformador de distribución 400kVA 20kV/B2 IB TIER 2
- CBT preparado para Supervisión Avanzada en Baja Tensión según norma I-DE.
- Armario de Control Integrado sobre celda tipo ekorUCT tipo ACC STAR, que incluye controlador ekorCCP, cargador/rectificador, batería, cajón de control y conexionado.
- Interconexiones MT y BT.

Automatización PLC. Telegestión:

- Armario de Telegestión IB tipo ATG-I-1BT-MT-PLC
- Interconexión comunicaciones, coaxial y alimentación ATG 48 Vcc



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Colegiado nº

VISADO

### 3.3 RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PROYECTADA

La red subterránea de baja tensión proyectada consiste en 4 circuitos formados por conductores de aluminio tipo con aislamiento XZ1 0.6/1 kV y sección de 3(1x240) + 1x150 mm<sup>2</sup>. Discurrirá canalizada bajo tubo de 160 mm de diámetro, siguiendo la trayectoria reflejada en el capítulo de Planos de este proyecto. En la tabla siguiente se indican las características principales:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1 PROYECTADO							
ID LÍNEA	ORIGEN	FIN	PORTAL	SERVICIO	POTENCIA (kW) sin coeficiente ITC BT 10	POTENCIA (kW) con coeficiente ITC BT 10	LONGITUD (m)
C 1.1	CT PROYECTADO	CGP 1 (Esquema 10)	PORTAL A	6 VIVIENDAS, R VEHICULO ELEC., SERVICIOS COMUNES	82,46	76,94	11
C 1.2	CT PROYECTADO	CGP 2 (Esquema 11)	PORTAL B Y E	11 VIVIENDAS, R VEHICULO ELEC., SERVICIOS COMUNES	152,04	135,48	7DA03
C 1.3	CT PROYECTADO 1	CGP 3 (Esquema 10)	PORTAL D	5 VIVIENDAS, R VEHICULO ELEC., PORTAL	147,58	143,900	
C 1.4	CT PROYECTADO	CGP 4 (Esquema 10)	PORTAL C	6 VIVIENDAS, R VEHICULO ELEC., SERVICIOS COMUNES	78,78	73,26	
<b>TOTAL CT1</b>					<b>460,86</b>	<b>429,58</b>	<b>46</b>

### 4 SITUACIÓN

La obra objeto del presente Proyecto, se encuentra situada en Avenida de las Rozuelas 3, Torrelorones, 28054 (MADRID).

(coordenadas UTM ETRS89: X= 422.043 ; Y= 4.491.948)


**Madrid**  
**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validarse el documento FV12908799-7DA03  
 Colegiado nº  
**VISADO**

## 5 ORGANISMOS AFECTADOS

### DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE:

ÁREA DE VÍAS PECUARIAS

Gran Vía 3, 3ª Planta. CP 28013, Madrid

CIF: S-7800001E

Afección en Cordel del Hoyo de Manzanares (2815202)

### CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE LA COMUNIDAD DE MADRID:

Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares y Área de influencia socioeconómica del Parque Nacional de Guadarrama

Calle Alcalá 16. CP 28014, Madrid

CIF: S-7800001E

Plan de Gestión de la Cuenca del Río Manzanares

Se solicitarán todas las licencias y permisos necesarios antes del comienzo de las obras.

## 6 REGLAMENTACIÓN

Para el desarrollo del presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes Reglamentos:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Reglamento de L.A.A.T. aprobado por REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09, B.O.E. de 19-03-08.
- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión aprobado por el decreto 842/2002 de 2 de Agosto (B.O.E. nº 224 de 18.09.02) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, actualización 13 de Febrero 2016, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 21/1992 de 16 Julio de Industria, Revisión 21 Julio de 2015, que ampara a los reglamentos de seguridad
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Colegiado nº

VISADO

Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

- Instrucción 8.3 - IC, de señalización de obras, de 31 de agosto de 1987.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 023.
- Reglamento (U E) nº 548/2014 de la Comisión, de 21 de mayo de 2014, por el que desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- Normas de la Compañía Suministradora
- Disposiciones vigentes sobre protección a la Industria Nacional, Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Normativa Autonómica, provincial y Municipal para este tipo de instalaciones
- Normas UNE para composición, dimensiones y ensayo de materiales

La ejecución de las obras de acuerdo con este proyecto estará supeditada a la concesión de todos los permisos autorizaciones y licencias necesarias al efecto, en virtud de la legislación vigente.

## 6.1 RELACIÓN DE NORMAS ITC - RAT 02

### Generales:

- UNE-EN 60060-1:2012 Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
- UNE-EN 60071-1:2006 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
- UNE-EN 60071-1/A1:2010 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
- UNE-EN 60071-2:1999 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
- UNE-EN 60617-2:1997 Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.
- UNE-EN 60617-7:1997 Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparata y dispositivos de control y protección.
- UNE 207020:2012 IN Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión

### Aparata:

- UNE-EN 62271-1:2009 1 Aparata de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
- UNE-EN 62271-1/A1:2011 Aparata de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA93

VISADO

- UNE-EN 61439-5:2011 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública

Seccionadores:

- UNE-EN 62271-102:2005 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-102:2005 ERR: 2011 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

Interruptores, contactores e interruptores automáticos:

- UNE-EN 62271-103:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.

Aparamenta bajo envolvente metálica o aislante:

- UNE-EN 62271-200:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-201:2007 Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102 CORR: 2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/A1:1999 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/A1 CORR: 2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Transformadores de potencia:

- UNE 21428-1:2011 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
- UNE-EN 60076-2:2013 Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
- UNE-EN 60076-5:2008 Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

7DA09

colegiada nº

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-

VISADO

### Centros de transformación prefabricados:

- UNE-EN 62271-202:2007 Aparata de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.

### Fusibles de alta tensión:

- UNE-EN 60282-1:2011 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.

### Cables y accesorios de conexión de cables

- UNE 211620:2012 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.
- UNE 211027:2013 Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
- UNE 211028:2013 Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30.

## 6.2 RELACIÓN DE NORMAS ITC LAT 02

### Generales:

- UNE 20324:1993 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 20324/1 M:2000 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). UNE 20324:2004 ERRATUM Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 21308-1:1994 Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
- UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/A1:1999 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/A1 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 60060-2:1997 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60060-2/A11:1999 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
- UNE-EN 60060-3:2006 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Colegiado nº

VISADO

- UNE-EN 60060-3 CORR.:2007 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 60071-1:2006 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
- UNE-EN 60071-2:1999 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
- UNE-EN 60270:2002 Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
- UNE-EN 60865-1:1997 Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- UNE-EN 60909-0:2002 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
- UNE-EN 60909-3:2004 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofónicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra

Cables y conductores:

- UNE 21144-1-1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
- UNE 21144-1-1/2M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
- UNE 21144-1-2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
- UNE 21144-1-3:2003 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
- UNE 21144-2-1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1/1M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1/2M:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-3-1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Registrado nº

VISADO

- UNE 21144-3-2:2000 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
- UNE 21192:1992 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
- UNE 211003-2:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 30 kV ( $U_m = 36$  kV).
- UNE 211435:2007 Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.
- UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 60228 CORR.:2005 Conductores de cables aislados.
- UNE-HD 620-9-E:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).

#### Accesorios para cables:

- UNE 21021:1983 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
- UNE-EN 61442:2005 Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 36 kV ( $U_m = 42$  kV)
- UNE-EN 61238-1:2006 Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV ( $U_m = 42$  kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos.
- UNE-HD 629-1:1998 Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.
- UNE-HD 629-1/A1:2002 Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

#### Aparamenta:

- UNE-EN 60265-1:1999 Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- UNE-EN 60265-1 CORR.:2005 Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- UNE-EN 60265-2:1994 Interruptores de alta tensión. Parte 2: interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV
- UNE-EN 60265-2/A1:1997 Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
- UNE-EN 60265-2/A2:1999 Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Colegio de Ingenieros

VISADO

- UNE-EN 60282-1:2007 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
- UNE-EN 62271-100:2003 Aparata de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE-EN 62271-100/A1:2004 Aparata de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE-EN 62271-100/A2:2007 Aparata de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE-EN 62271-102:2005 Aparata de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día  
24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
7DA03

Colegiado nº

**VISADO**

### 6.3 NORMAS PARTICULARES DE LA COMPAÑÍA

- Proyecto Tipo de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV. MT 2.31.01 (Edición 10, Fecha: Mayo, 2019)
- Especificación particular. Red Subterránea de Baja Tensión. Acometidas. MT 2.51.43 (Edición 02 Fecha: Mayo, 2019)
- Proyecto Tipo de Centro de Transformación Prefabricado de Superficie. MT 2.11.33 (Edición 06 Fecha: Mayo, 2019)
- Diseño de puestas a tierra para centros de transformación, de tensión nominal  $\leq 30$  kV (MT 2.11.33 (Edición 03 Fecha: Mayo, 2019)

## 7 PROPIEDAD

La propiedad de las instalaciones corresponderá a I-DE-REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U., con C.I.F. A-95075578, y domicilio en la Calle de los Chulapos, 1, CP: 28005 de Madrid.

## 8 PROMOTOR

El promotor de la obra corresponderá a INTEGRA ROZUELAS S.L., domiciliada en CALLE CHILE, 10, PUERTA 133, LAS ROZAS DE MADRID (MADRID), 28290, con C.I.F.: B88392808

## 9 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA LÍNEA Y COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

Las características principales de las líneas objeto del presente proyecto se describen a continuación:

#### \* Media Tensión:

- Clase de corriente ..... A
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión nominal ..... 20 kV
- Tensión más elevada de la red (Us ) ..... 24 kV

#### \* Baja Tensión

- Clase de corriente ..... Alterna trifásica
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión nominal ..... 230/400 V
- Tensión máxima entre fase y tierra ..... 250 V
- Intensidad máxima de cortocircuito trifásico ..... 50 kA

La Empresa que suministra energía eléctrica en la zona es *I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.* con domicilio social en la Calle de los Chulapos 1 de Madrid.



**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

**VISADO**  
 , Colegiado nº

## 10 POTENCIA PREVISTA

Conforme a la solicitud de suministro de energía para varios suministros de vivienda según expediente 9038334430 de Iberdrola, la potencia prevista será de 460,86 kW, para dicha potencia se instalará un Centro de Transformación con 1 trafo de 400 kVA.

Se describe a continuación el desglose de potencias:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1 PROYECTADO							
ID LÍNEA	ORIGEN	FIN	PORTAL	SERVICIO	POTENCIA (kW) sin coeficiente ITC BT 10	POTENCIA (kW) con coeficiente ITC BT 10	LONGITUD (m)
C 1.1	CT PROYECTADO	CGP 1 (Esquema 10)	PORTAL A	6 VIVIENDAS, R VEHICULO ELEC., SERVICIOS COMUNES	82,46	76,94	11
C 1.2	CT PROYECTADO	CGP 2 (Esquema 11)	PORTAL B Y E	11 VIVIENDAS, R VEHICULO ELEC., SERVICIOS COMUNES	152,04	135,48	9
C 1.3	CT PROYECTADO 1	CGP 3 (Esquema 10)	PORTAL D	5 VIVIENDAS, R VEHICULO ELEC., PORTAL	147,58	143,900	12
C 1.4	CT PROYECTADO	CGP 4 (Esquema 10)	PORTAL C	6 VIVIENDAS, R VEHICULO ELEC., SERVICIOS COMUNES	78,78	73,26	14
<b>TOTAL CT1</b>					<b>460,86</b>	<b>429,58</b>	<b>46</b>



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede ver el documento PVA12908799-

Colegiado nº

VISADO

## 11 RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA

### 11.1 DESCRIPCIÓN

La red de media tensión proyectada estará formada por conductores de aluminio del tipo HEPR. Al 12/20 kV con una sección de 3x(1x240) mm<sup>2</sup>. Conectará al Centro de Transformación Proyectado con la Red Existente, en canalización subterránea entubada, siguiendo el recorrido indicado en los Planos de este Proyecto.

### 11.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

#### 11.2.1 Cables

Todos los tipos constructivos se ajustarán a lo indicado en la norma UNE HD 620 y/o Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC 06:

- **Conductor:** Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE-EN 60228. En el caso del cable con aislamiento XLPE, éste estará obturado mediante hilaturas hidrófugas.
- **Pantalla sobre el conductor:** Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
- **Aislamiento:** Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR) o polietileno reticulado (XLPE).
- **Pantalla sobre el aislamiento:** Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- **Obturación:** Solo aplicable a cables con aislamiento en XLPE y consistirá en una cinta obturante colocada helicoidalmente.
- **Cubierta:** Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes. Se consideran dos tipos de cubierta normal DMZ1y cubierta DMZ2, no propagadora del incendio tipo (AS)

Tipos seleccionados: Los reseñados en la tabla 1

Tabla 1

Tipo constructivo	Tensión Nominal kV	Sección Conductor mm <sup>2</sup>	Sección pantalla mm <sup>2</sup>
<u>HEPRZ1</u> o RHZ1	<u>12/20</u>	<u>240</u> 400	<u>16</u> 16



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-TPDA03

VISADO

Colegiado nº

**Tabla 2a**  
**Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω/km	Reactancia por fase Ω/km	Capacidad μF/km
<u>240</u> 400	<u>12/20</u>	<u>0,169</u> 0,107	<u>0,105</u> 0,098	<u>0,453</u> 0,536
240 400	18/30	0,169 0,107	0,113 0,106	0,338 0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

**Tabla 2b**  
**Características cables con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 90°C Ω/km	Reactancia por fase Ω/km	Capacidad μF/km
<u>240</u> 400	<u>12/20</u>	<u>0,162</u> 0,102	<u>0,101</u> 0,090	<u>0,295</u> 0,390
240 400	18/30	0,162 0,102	0,102 0,097	0,221 0,286

Temperatura máxima en servicio permanente 90°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

## 11.2.2 Especificaciones técnicas del conductor

### 11.2.2.1 Cable de 240 mm<sup>2</sup>

- Denominación UNE: ..... HEPRZ1 12/20 kV
- Sección mm<sup>2</sup>: ..... 240 mm<sup>2</sup>
- Material conductor: ..... Aluminio
- Aislamiento: ..... Etileno Propileno
- Cubierta: ..... DMZ1
- Diámetro exterior mm. : ..... 36
- Diámetro sobre cuerda mm. : ..... 18
- Diámetro sobre aislamiento mm. : ..... 27,6
- Radio de curvatura en posición final mm. : ..... 540
- Radio de curvatura durante instalación mm. : ..... 1080
- Capacidad μF/Km. : ..... 0,453
- Reactancia por fase Ω/Km. : ..... 0,105
- Resistencia max. a 105° Ω/Km. : ..... 0,169
- Peso aprox. Kg/Km.: ..... 1570

### 11.2.3 Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)



Madrid  
Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día  
24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
7DA03

, Colegiado nº

VISADO

La ejecución y montaje de los empalmes y las terminaciones se realizarán siguiendo el Manual Técnico (MT) correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Las botellas terminales a emplear deberán ser simétricas, y homologadas por la Compañía.

Terminaciones: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Empalmes: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

### 11.3 INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS

La red de distribución de *I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.*, no admite la instalación de cables enterrados, puesto que en el caso de avería debido a responsabilidad de reposición de suministro en el menor tiempo posible, la canalización enterrada supone un obstáculo para la consecución de este objetivo. Por otro lado, la canalización entubada minimiza riesgos durante los trabajos necesarios para construir una línea subterránea. Excepcionalmente, se podrá admitir la instalación de cables directamente enterrados en zonas no urbanas, previa justificación por parte del proyectista y acuerdo con *I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.*.

Las canalizaciones en general, discurrirán por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.

Para conseguir la necesaria regularidad y calidad en los suministros de energía eléctrica las líneas principales con previsión de integrarse en redes malladas o con explotación con doble alimentación deberán mantener su sección a lo largo de su recorrido. Estas líneas, tendrán una sección de 400 mm<sup>2</sup> en la salida de subestaciones y hasta el primer centro de transformación y los cables deben de tener la cubierta tipo DMZ2 (cable tipo AS). Entre centros y en redes malladas o en anillo la sección mínima de cable será de 240 mm<sup>2</sup> y se realizará con cables con cubierta normal (DMZ1). El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

El radio de curvatura después de instalado y según UNE-HD 620-1, el cable tendrá como mínimo, 15 veces el diámetro nominal de cable, mientras que los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces el diámetro nominal de cable.

No se permitirá la colocación de accesorios en el interior de la tubular, la conexión y/o derivación se debe realizar en el interior de una arqueta.

Todas las canalizaciones deben de estar preparadas para el desarrollo de redes inteligentes. Para atender esta necesidad se colocará al menos un ducto (multitubo con designación MTT 3x40 según NI 52.95.20). Éste se instalará por encima del asiento de los tubos eléctricos, mediante un conjunto abrazadera/soporte/brida, ambos fabricados en material plástico. El ducto a utilizar será instalado según se indica en el MT 2.33.14 "Guía de instalación de los cables ópticos subterráneos", en este mismo MT se encuentra definido el modelo de fibra a instalar, el procedimiento de tendido y su conexión.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-DA03

VISADO

Las características del ducto y accesorios a instalar se encuentran normalizadas en la NI 52.95.20 "Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones". A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en paso por las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

### 11.3.1 Canalización entubada

Estará constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan cambios de dirección para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no registrables. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o no registrables, simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. La entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además debe permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada, para asegurar estas cotas, la zanja tendrá una profundidad mínima 0,85 m, y tendrá una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido para la colocación de dos tubos de 160 mm<sup>2</sup>, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar y/o de la disposición de estos. Si la canalización se realizara un medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales para permitir desarrollar con seguridad el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de al menos 0.10 m sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalará una cinta de señalización a todo lo largo del trazado del cable las características de las cintas de aviso de cables eléctricos serán las establecidas en la NI 29.00.01, "Cinta de plástico para señalización de cables subterráneos" cuando el número de líneas sea mayor se colocará más cintas señalización de tal manera que se cubra la proyección en planta de los tubos.

A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en paso por las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Para el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, se utilizará todo-uno, zahorra o arena. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural HNE 15,0 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA02

VISADO

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Al objeto de impedir la entrada del agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva deberán estar provistos de tapones de las características que se describen en la NI 52.95.03.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

### 11.3.2 Cruzamientos

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, o hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero no será inferior para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,60 m en acera o jardín y 0,80 m en calzada, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo (véase en planos), la una anchura mínima será de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm<sup>2</sup> aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Si la canalización se realizara con medios manuales las dimensiones de la zanja permitirán el desarrollo del trabajo a las personas en aplicación de la normativa vigente sobre riesgos laborales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón no estructural HNE 15,0, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón no estructural HNE 15,0, con un espesor de al menos 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

**Calles, caminos y carreteras.** En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado 8.2 relativas a la disposición, anchura y profundidad para canalizaciones entubadas. Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud salvo que se utilicen sistemas de perforación tipo topo en la que no será necesaria esta solicitud. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varios circuitos, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud salvo que se utilicen sistemas de perforación tipo topo en la que no será necesaria esta solicitud.

**Con otros cables de energía eléctrica.** Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

MADRID  
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid  
7DA02  
Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
Firmado nº  
VISADO

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

**Cables de telecomunicación.** La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01.

La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1m.

**Canalizaciones de agua.** Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01.

Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

**Canalizaciones de gas.** En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3a. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la tabla 3a.

Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-

Ingeniero nº Colegiado nº

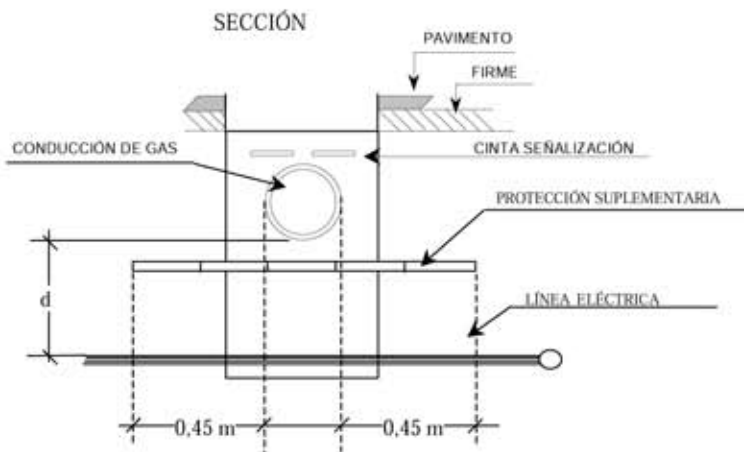
VISADO

Tabla 3a

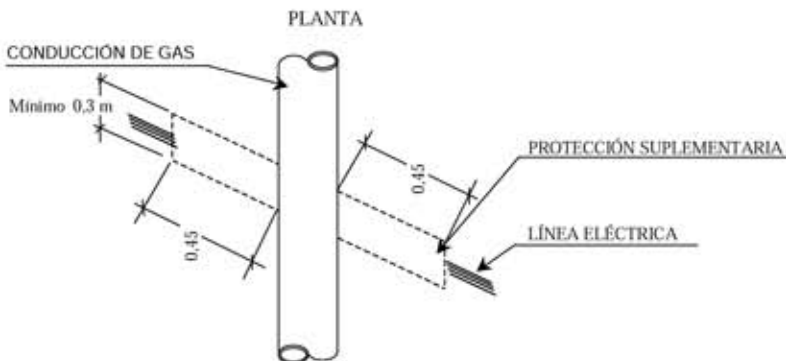
	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(\*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de



acuerdo con la figura adjunta.



Todas las cotas están expresadas en m.

Se considera como protección suplementaria el tubo según características indicadas en la NI 52.95.03, y por lo tanto no serán de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
 VISADO

**Con conducciones de alcantarillado.** Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos) siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01.

**Con depósitos de carburante.** Los cables se dispondrán dentro de tubos de las características indicadas en la NI 52.95.03 o conductos de suficiente resistencia siempre que cumplan con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten para un diámetro de 160 mm, un impacto de energía de 40 J y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

### 11.3.3 Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de A.T. deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

**Otros cables de energía.** Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01.

**Canalizaciones de agua.** La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03 y de las placas divisorias en la NI 52.95.01.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

**Canalizaciones de gas.** En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3b. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en la tabla 3b. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.).



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

7DA03

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día  
24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-

Colegio

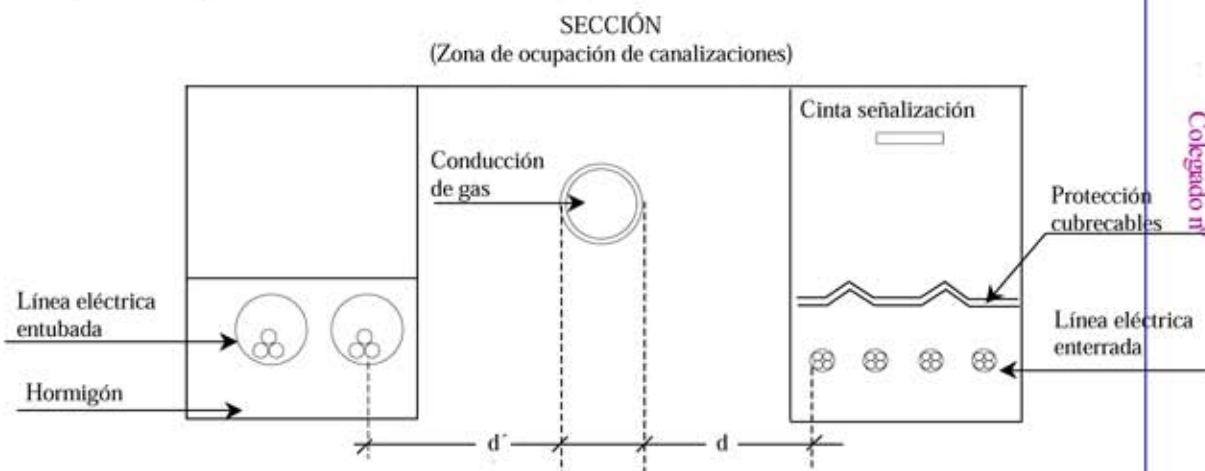
VISADO

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d') con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(\*) *Acometida interior*: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida de propiedad del cliente.

Se considera como protección suplementaria el tubo según características indicadas en la NI 52.95.03, y por lo tanto no serán de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente.

Cuando el operador en ambos servicios sea *I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.* y para las obras promovidas por la Empresa, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas que vayan a ser cedidas a *I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.*, en el manual técnico de *I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.*, MT 5.01.01 "PROYECTO TIPO DE REDES Y ACOMETIDAS CON PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN HASTA 5 BAR", se indican las características de las canalizaciones enterradas y entubadas, conjuntas de gas y red eléctrica de AT.



La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

**Conducciones de alcantarillado.** Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-72403  
 VISADO

**Depósitos de carburantes.** Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo

#### 11.3.4 Derivaciones

No se admitirán derivaciones en T y en Y.

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

#### 11.3.5 Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados en el MT 2.33.15, Red subterránea de AT y BT. Comprobación de cables subterráneos.

#### 11.3.6 Sistema de puesta a tierra

**Puesta a tierra de cubiertas metálicas.** Se conectarán a tierra las pantallas y armadura de todas las fases en cada uno de los extremos. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

### 11.4 INTENSIDADES ADMISIBLES

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la tabla 4.


**Tabla 4**  
**Cables aislados con aislamiento seco. Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor**

Tipo de aislamiento	condiciones	
	Servicio permanente $\theta_s$	Cortocircuito $t \leq 5s$ $\theta_{cc}$
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105	> 250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	> 250

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

#### 11.4.1 Coeficientes de corrección de la intensidad admisible

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación, deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de



**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03  
 Colegiado nº

**VISADO**

aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor, superior a la prescrita en la tabla 4.

A continuación, se exponen algunos casos particulares de instalación, cuyas características afectan al valor máximo de la intensidad admisible, indicando los coeficientes de corrección a aplicar.

**Cables enterrados directamente en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25°C.** En la tabla 6, se indican los factores de corrección F, de la intensidad admisible para temperaturas del terreno  $\theta_t$ , distintas de 25°C, en función de la temperatura máxima asignada al conductor  $\theta_s$  (tabla 3).

**Tabla 6**  
**Coefficiente de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25°C**

Temperatura °C Servicio Permanente $\theta_s$	Temperatura del terreno, $\theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno distintas de las de la tabla, será:

$$F = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}}$$

**Cables enterrados directamente en terreno de resistividad térmica distinta de 1,5 K·m/W.** En la tabla 7 se indican, para distintas resistividades térmicas del terreno, los correspondientes factores de corrección de la intensidad admisible.

**Tabla 7**  
**Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W**

Tipo de instalación	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad térmica del terreno, K·m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. La tabla 8, muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
 Colegiado nº  
**VISADO**

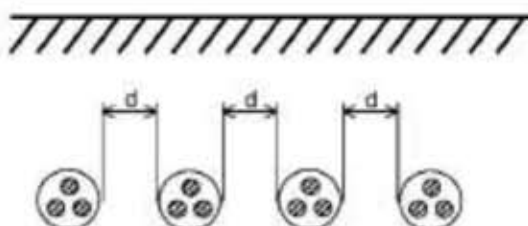
**Tabla 8**  
**Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad**

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

**Por distancia entre ternos de cables unipolares agrupados bajo tierra.** En la tabla 9, se indican los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de ternos de cables unipolares y la distancia entre ternos.

**Tabla 9**  
**Factores de corrección por distancia entre ternos**

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-



**Cables directamente enterrados en zanja a diferentes profundidades.**

En la tabla 10 se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación distintas de 1 m (cables con aislamiento seco hasta 18/30 kV).

**Tabla 10**  
Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m.

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

#### Cables enterrados en zanja en el interior de tubos

En el caso de una línea con un terno de cables unipolares por el mismo tubo se utilizarán los valores de intensidades indicados en la tabla 11, calculadas para una resistividad térmica del tubo de 3,5 K.m/W y para un diámetro interior del tubo superior a 1,5 veces del diámetro equivalente de la terna de cables unipolares.

**Tabla 11**

**Intensidades máximas admisibles (A), en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados con conductores de aluminio de hasta 18/30 kV bajo tubo**

Sección (mm <sup>2</sup> )	Tipo de aislamiento	
	XLPE	HEPR
240	320	345
400	415	450

Si se trata de una agrupación de tubos, la intensidad admisible dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable o terno según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente por el proyectista. Además se tendrán en cuenta los coeficientes aplicables en función de la temperatura y resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación.

#### 11.4.2 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

En la tabla 24, se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Estas intensidades se han calculado según UNE 21 192, considerando como temperatura inicial  $\theta_i$ , las temperaturas máxima en servicio permanente indicadas en la tabla 3, para cada tipo de aislamiento (HEPR y XLPE)  $\theta_s$  y como temperatura final la de cortocircuito de 250 °C,  $\theta_{cc}$ . En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático).



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA43

Colegiado nº

VISADO

En estas condiciones:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

En donde:

I = corriente de cortocircuito, en amperios

S = sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

K = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio final del cortocircuito

tcc = duración del cortocircuito, en segundo

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de tcc distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior. K coincide con el valor de intensidad tabulado para tcc = 1s, para los distintos tipos de aislamientos (HEPR y XLPE)

Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a una temperatura inicial  $\theta_i$  diferente a la máxima asignada al conductor para servicio permanente  $\theta_s$ , basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección,

$$\sqrt{\frac{\ln\left(\frac{\theta_{cc} + \beta}{\theta_i + \beta}\right)}{\ln\left(\frac{\theta_{cc} + \beta}{\theta_s + \beta}\right)}}$$

donde  $\beta = 235$  para el cobre y  $\beta = 228$  para el aluminio.

En la siguiente tabla 24, se indican las densidades máximas admisibles de la corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio de los cables aislados con etileno propileno de todo modulo (HEPR) y polietileno reticulado (XLPE), en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

**Tabla 24**  
**Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm<sup>2</sup>, de tensión nominal 12/20 y 18/30 kV**

Tipo de Aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

$\Delta\theta^*$  = es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito (Incremento de temperatura  $160 - \theta$  en °C)



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03 Colegiado nº

VISADO

### 11.4.3 Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas

En la tabla 25, se indican, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Esta tabla corresponde a un proyecto de cable con las siguientes características:

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductora exterior (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1)
- Temperatura inicial pantalla: 70°C para aislamientos XLPE y 85 °C para aislamientos en HEPR
- Temperatura final pantalla: 180°C, para todos los aislamientos

**Tabla 25**  
**Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA**

Aislamiento	Sección mm <sup>2</sup>	Duración en segundos								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	16	6,0 8	4,3 8	3,5 8	2,8 7	2,1 2	1,7 2	1,5 9	1,4 1	1,3 2
	25	8,4 6	6,8 5	4,8 5	4,4 9	3,3 2	2,7 7	2,4 9	2,1 2	2,0 1
XLPE	16	6,0 8	4,3 8	3,5 8	2,8 7	2,1 2	1,7 2	1,5 9	1,4 1	1,3 2
	25	8,4 6	6,8 5	4,8 5	4,4 9	3,3 2	2,7 7	2,4 9	2,1 2	2,0 1

Se supone en el cálculo que las temperaturas iniciales de las pantallas son 20 °C inferiores a la temperatura de los conductores

El cálculo se ha realizado siguiendo la guía de la norma UNE 211 003, aplicando el método indicado en la norma UNE 21 192.

## 11.5 PROTECCIONES

### 11.5.1 Protecciones contra sobreintensidades

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección del transformador, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir durante su actuación proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

**Protección contra cortocircuitos.** La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en tablas 24 y 25 de este MT. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en este manual técnico siempre que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

**Protecciones contra sobrecargas.** En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

#### 11.5.2 Protecciones contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60 071-1, UNE-EN 60 071-2 y UNE-EN 60 099-5.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-77DA03

VISADO

Colegiado n.º

## 12 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TELEMANDADO PROYECTADO

### 12.1 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO

El Centro de Transformación Telemandado objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

El Centro de Transformación Prefabricado Compacto Inteligente de instalación en superficie y maniobra exterior, de reducidas dimensiones miniblok.smart, según normas i-DE NI 50.40.07 y NI 50.40.06, (códigos 5040002 y 5040154) de dimensiones exteriores aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2070 mm de altura vista. Conteniendo en su interior:

- Celda compacta 2LP para Telemando según norma I-DE 2L1P-F-SF6-24-TELE (código 5042246), 2 funciones de línea y 1 de protección con ruptofusible, modelo CGMCOSMOS-2LP, corte y aislamiento íntegro en SF6. Conteniendo:
  - o 2L - Interruptor rotativo III con conexión-seccionamiento puesta a tierra.  $V_n=24kV$   $I_n=400A$  /  $I_{cc}=16kA$ . Con mando motor. 1 posición relé ekorRCI+ con 3xTI. Incluye indicador presencia tensión.
  - o 1P - Interruptor rotativo III con conexión-seccionamiento doble puesta a tierra.  $V_n=24kV$ ,  $I_n=400A$  /  $I_{cc}=16kA$ . Con mando manual tipo BR, con bobina de disparo. Incluye indicador presencia tensión, cartuchos fusibles y contactos auxiliares.
- Transformador de distribución 400kVA 20kV/B2 IB TIER 2
- CBT preparado para Supervisión Avanzada en Baja Tensión según norma I-DE.
- Armario de Control Integrado sobre celda tipo ekorUCT tipo ACC STAR, que incluye controlador ekorCCP, cargador/rectificador, batería, cajón de control y conexionado.
- Interconexiones MT y BT.

Automatización PLC. Telegestión:

- Armario de Telegestión IB tipo ATG-I-1BT-MT-PLC
- Interconexión comunicaciones, coaxial y alimentación ATG 48 Vcc

### 12.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Centro de transformación compacto prefabricado de superficie: miniblok.smart con automatización, telegestión y comunicaciones fabricado por Ormazabal.

- Descripción.

miniblok es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión (MT) de acuerdo con la



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Colegiado nº

VISADO

Norma NI 50.40.07 Ed4 "Envolventes prefabricadas de hormigón para centros de transformación compactos de superficie. Maniobra exterior."

miniblok es aplicable a redes de distribución de hasta 36 kV, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kVA.

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT con telecontrol y telegestión, un transformador, un cuadro de BT avanzado y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.

La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

Así mismo, la utilización de aparataje de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

#### - Envolvente

El edificio prefabricado de hormigón para miniblok.smart marca Ormazabal está formado por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza, y por una cubierta móvil garantizando una total impermeabilidad del conjunto.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y a puertas y rejillas, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. de diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

#### - Características Detalladas

Nº de transformadores: 1

Puertas de acceso peatón: 1 puerta

#### Dimensiones exteriores

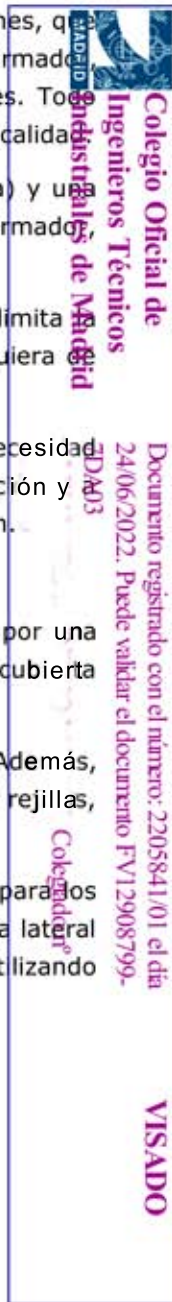
Longitud: 2100 mm

Fondo: 2100 mm

Altura: 2570 mm

Altura vista: 2050 mm

Peso: 8500 kg



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Colegiales de Madrid  
Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
VISADO

Las dimensiones de la envolvente son las requeridas para contener en su interior un conjunto compacto para centro de transformación según la norma NI 50.40.06 Ed5

Dimensiones de la excavación

Longitud: 4300 mm

Fondo: 4300 mm

Profundidad: 800 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anclaje de tierras.

## 12.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 12.3.1.1 Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

### 12.3.1.2 Conjunto compacto automatizado

La aparamenta eléctrica a instalar, se trata de un conjunto compacto de acuerdo con la Norma NI 50.40.06 Ed5 "Conjunto compacto para centros de transformación"

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas de MT: **cgmcosmos-2lp marca Ormazabal**

Equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema cgmcosmos.

Se trata de una celda compacta con envolvente metálica, fabricada por Ormazabal, formada por varias posiciones con las siguientes características:

Está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Celdas cgmcosmos marca Ormazabal

El sistema cgmcosmos es un sistema de celdas para MT de acuerdo con la norma NI 50.42.11 Ed5 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV.

- Base y frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mimic unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Incluye además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que avisa cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito con un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles). El gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, evita, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas o la aparamenta del Centro de Transformación.

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema cgmcosmos tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles limitadores de AT (Celda cgmcosmos -p)

Las celdas cgmcosmos-p, montan fusibles limitadores de AT de los denominados "Fusibles fríos" de acuerdo con la Norma NI 75.06.31 Ed5 "Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36kV". Los fusibles se instalan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid  
77DA03  
Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
Registrado nº  
VISADO

resina aislante, perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas cgmcosmos garantiza que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas cgmcosmos son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Transformador: **transforma aceite 24 kV marca Ormazabal**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente y de acuerdo con la Norma NI 72.30.00 Ed11 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión", de marca Ormazabal, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %

Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Colegiado nº

VISADO

Grupo de conexión: Dyn11

### 12.3.1.3 Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

El Cuadro de Baja Tensión CBTC-EAS-ST-SL-1000, es un conjunto de aparamenta de BT de acuerdo con la Norma NI 50.44.01 Ed3 "Cuadros de distribución en BT con embarrado aislado para centros de transformación compactos" cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares
- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

El cuadro dispone de hasta 5 salidas según la Norma NI 50.40.06 Ed5 "Conjunto compacto para centros de transformación"

Esta nueva generación de Cuadros de Baja Tensión, está además preparado para las siguientes funciones:

- Función de alimentación y control de los equipos de supervisión y telegestión
- Función de supervisión de las líneas de Baja Tensión
- Función de supervisión de las intensidades de fuga del neutro

Para estas nuevas funciones, se incluirán los conjuntos de captación para las supervisión y conectividad de las líneas de baja Tensión.

- Características eléctricas

Tensión asignada de servicio: 440 V

Intensidad asignada en los embarrados: 1000 A

Frecuencia asignada: 50 Hz

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 10 kV

entre fases: 2,5 kV

- Características constructivas:

Anchura: 600 mm

Altura: 1020 mm

Fondo: 300 mm

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid  
Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DAD9  
VISADO

#### Interconexiones de MT:

La interconexión entre la celda y el transformador se realizará con cable unipolar con conductor de aluminio y aislamiento seco de etileno Propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) de 1x50mm<sup>2</sup> de tensión nominal 12/20 kV según la norma NI 56.43.01 Ed5

En los extremos de la interconexión se instalarán terminales EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K200LR ó K158LR de acuerdo con la Norma NI 56.80.02 Ed10

#### Interconexiones de BT:

La interconexión entre el transformador y el cuadro de baja tensión se realizará con cable unipolar con conductor de cobre y aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina (RZ1-K) de 240mm<sup>2</sup> de tensión nominal 0,6/1kV.

En los extremos de la interconexión se instalarán terminales de cobre de interior, de compresión hexagonal

El número de conductores a emplear según la norma NI 50.40.06 Ed5 será de 2 conductores por fase y 1 conductor para el neutro.

### 12.4 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

### 12.5 AUTOMATIZACIÓN, TELEGESTIÓN Y COMUNICACIONES

Armario de telecontrol y automatización sobre celdas cgmcosmos: modelo ekor.uct marca Ormazabal

El dispositivo ekor.uct es una unidad compacta orientada al telecontrol y automatización de centros de transformación como se especifica en el MT 3.51.20 "Sistema de telegestión y Automatización de Red. Instalación en centros de transformación."

Se trata de un armario único con todos los elementos para la automatización y telecontrol. Se compone de un compartimento de distribución (RTU) para alojamiento de los siguientes elementos de alimentación y control:

- Unidad remota de control ekor.ccp marca Ormazabal
- Baterías y cargador/rectificador con aislamiento de 10kV
- Magnetotérmicos de protección.

Características

Funciones de Detección



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Colegiado nº

VISADO

- Detección de faltas fase - fase (curva TD) desde 5 A a 1200 A
- Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5 A a 480 A
- Asociado a la presencia de tensión
- Filtrado digital de las intensidades magnetizantes
- Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa
- Detección Ultra-sensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A

#### Presencia / Ausencia de Tensión

- Sensores de tensión
- Medición en todas las fases L1, L2, L3
- Tensión de la propia línea (no de BT)

#### Paso de Falta / Seccionalizador Automático

#### Intensidades Capacitivas y Magnetizantes

#### Control del Interruptor

- Estado interruptor-seccionador
- Maniobra interruptor-seccionador
- Estado seccionador de puesta a tierra
- Error de interruptor

#### Detección Direccional de Neutro

#### - Otras características:

- Ith/Idin = 20 kA /50 kA
- Temperatura = -10 °C a 60 °C
- Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz ± 1 %

Comunicaciones: Protocolo MODBUS(RTU)/PROCOME

#### ·Ensayos:

- De aislamiento según 60255-5
- De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI, 61000-4-X y EN 50081-2/55011
- Climáticos según CEI 60068-2-X
- Mecánicos según CEI 60255-21-X
- De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekoRCI ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día  
24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
7DA03

Colegiado nº

VISADO

resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

Armario de comunicaciones:

Dado que la tipología de los armarios de comunicaciones depende de la ubicación de la instalación y comunicaciones existentes, esta solución se facilitará por Iberdrola para cada proyecto.

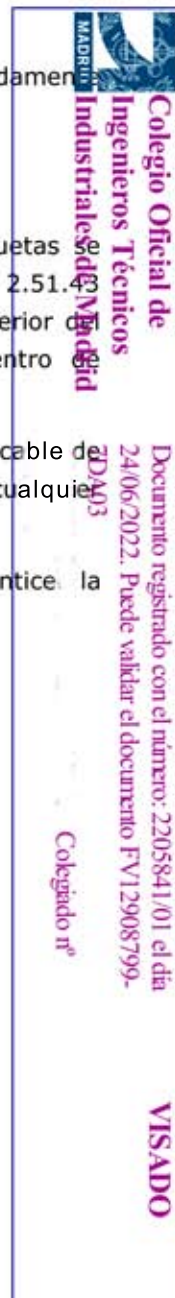
El conjunto compacto miniblok.smart estará preparado para albergar y soportar adecuadamente los diferentes armarios de comunicaciones y telegestión en su interior.

## 12.6 ACOMETIDAS DE CABLES

Al CTCS se acometerá con una arqueta de AT y con una arqueta de BT. Dichas arquetas se realizarán según MT 2.31.01 "Proyecto tipo de línea subterránea de hasta 30 kV" y MT 2.51.03 "Manual Técnico. Red subterránea de baja tensión. Acometidas" y se situarán en el exterior del Centro de Transformación. El acceso de las líneas de AT y BT al interior del Centro de Transformación se realizará única y exclusivamente desde estas arquetas.

En la acometida de cable se dejará una coca lo suficientemente larga para que cualquier cable de AT se pueda conectar en cualquier celda o cualquier cable de BT se pueda conectar en cualquier salida del mismo cuadro.

Las entradas y salidas de cables irán selladas adecuadamente mediante sistemas que garanticen la estanqueidad.



Stamp of the Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid. The stamp includes the text: "Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid", "Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-00003", and "VISADO". There is also a field for "Colegiado nº" which is currently blank.

## 12.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra se realizará según está definido en el MT 2.11.33 "Diseño de puestas a tierra para centros de transformación, de tensión nominal  $\leq 30\text{kV}$ "

### 12.7.1 Sistemas de PaT

A la línea de tierra de PaT de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- La armadura de la envolvente prefabricada.
- Aparamenta de MT, que estará conectada al cable de tierra por dos puntos.
- La puerta en caso de que sea metálica.
- Pantalla del cable HEPRZ1, de llegada y salida de las líneas de MT.
- Cuadros de comunicaciones, supervisión, telemando, etc. en caso necesario.

Dado que este tipo de Centros representa prácticamente en su totalidad, una topología de red la que todas las pantallas de los cables de interconexión entre los diferentes Centros, están conectadas a tierra y por lo tanto los valores reales de la Resistencia de Difusión a Tierra alcanzan valores menores o iguales a  $1\Omega$ , en el estudio desarrollado a continuación no se han contemplado los riesgos de los defectos (por ser prácticamente nulos) en la aparamenta en el interior de este tipo de Centros, por todo ello será necesario tomar las medidas adicionales necesarias para evitar las tensiones de paso y contacto peligrosas (ITC -RAT 13) .

### 12.7.2 Formas de los Electroodos

El electrodo de Puesta a Tierra estará formado por disposiciones lineales, realizándose la salida desde el edificio al exterior, con cable aislado y aprovechando para la colocación del electrodo, las zanjas de cables de alimentación del centro.

### 12.7.3 Materiales a Utilizar

#### 12.7.3.1 Línea de Tierra

##### Línea de tierra de la PaT de Protección.

- Se empleará cable de cobre desnudo de  $50\text{ mm}^2$  de sección, especificado en la NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de alta tensión"

#### 12.7.3.2 Cajas de seccionamiento de tierras

Las cajas de seccionamiento de tierras de protección se componen de una envolvente y contienen en su interior un puente de tierras fabricado con pletinas de cobre o aluminio, según proceda, de  $20 \times 3\text{ mm}$ . Las cajas dispondrán de una pletina seccionable accionada por dos tornillos. El citado puente de tierra descansará en un zócalo aislante de poliéster con fibra de vidrio. La tapa será transparente. El conjunto deberá poseer un grado de protección IP 54 e IK 08, según las normas UNE 20324 y UNE-EN 50102 respectivamente y deberá soportar el siguiente ensayo:

- Nivel de aislamiento:  $20\text{ kV}$  cresta a onda de impulso tipo rayo y  $10\text{ kV}$  eficaces en ensayo de corta duración a frecuencia industrial, en posición de montaje.



COLEGIO OFICIAL DE  
INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE MADRID

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día  
24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
79A85

Colegiado nº

VISADO

La caja de seccionamiento de tierra de protección se colocará de tal forma que el recorrido de la línea de tierra desde la caja de seccionamiento al electrodo de puesta a tierra sea lo más corta posible.

#### 12.7.3.3 Electrodo de Puesta a Tierra

Para el electrodo de Puesta a Tierra se empleará conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup>, según NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de alta tensión", con picas de acero-cobre del tipo PL 14-2000, según NI 50.26.01 "Picas cilíndricas de acero-cobre".

#### 12.7.3.4 Piezas de Conexión

Las conexiones se efectuarán empleando los materiales siguientes:

##### Conductor-Conductor

- Grapa de latón con tornillo de acero inoxidable, tipo GCP/C16, según NI 58.26.04 "Herraje y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapa de conexión paralela y sencilla"

##### Conductor-pica

- Grapa de conexión para pica cilíndrica de acero-cobre, tipo GC-P14,6/C-50, según NI 58.26.03 "Grapa de conexión para pica cilíndrica acero-cobre".

#### 12.7.3.5 Sistema de acera perimetral (CH).

Cuando con la utilización de un electrodo normalizado, la tensión de paso y contacto resultante sea superior a la tensión de paso y contacto admisible por el ser humano, es preciso recurrir al empleo de medidas adicionales de seguridad (denominadas CH), cuyo objetivo es garantizar que la tensión de paso y contacto admisible sea superior a las resultantes.

El CH es una capa de hormigón seco ( $\rho_s = 3000 \text{ Ohm.m}$ ) que se colocará como perimetra en todo el contorno del centro de transformación con una anchura de 1,20 mts y un espesor de 10 cms.

#### 12.7.4 Intensidad de Puesta a Tierra

**Estimación de la intensidad de puesta a tierra.-** Se definen los siguientes valores de la Intensidad de Puesta a Tierra:

100 A      250 A      500 A      750 A      1000 A

El proyectista elegirá entre estos valores el que considere más adecuado. No obstante, comprobará que el producto de Intensidad de Puesta a Tierra (PaT) por la resistencia de PaT del electrodo que seleccione, es menor que la tensión fase-tierra que se produciría en la instalación.

Como norma general, en las regiones Centro y Este, no se elegirán valores de intensidad de PaT superiores a 500 A.

**Cálculo de la intensidad de PaT.-** Alternativamente, puede emplearse el DTPAC para el cálculo de esta Intensidad de PaT.



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día  
24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
7DA03

Colegiado nº

VISADO

### 12.7.5 En relación con la seguridad (Tensiones de Paso y Contacto)

A considerar en todo tipo de Centros de Seccionamiento / Transformación.

El tiempo máximo de eliminación del defecto se establece en 0,5 segundos para intensidades de puesta a tierra menores de 100 A y en 0,2 segundos para intensidades de puesta a tierra mayores de 100 A.

En las Tablas 1 y 2 se recogen los valores de Tensiones de Contacto ( $V_c$ ) y Paso ( $V_p$ ) admisibles para diversos valores de resistividad superficial del terreno ( $\rho_{eq}$ ) y un tiempo de eliminación 0,5 segundos y 0,2 segundos respectivamente.

**Tabla 1.-Valores de Tensiones de Contacto y Paso admisibles para un tiempo de eliminación del defecto de 0,5 segundos.**

$\rho_{eq}(\Omega m)$	5	10	50	100	200	300	400	3.000
$V_c$ (V)	145,1	146,2	154,8	165,6	187,2	208,8	230,2	792
$V_p$ (V)	1.483,2	1.526,4	18,72	2.304	3.168	4.032	4.896	27.360

**Tabla 2.-Valores de Tensiones de Contacto y Paso admisibles para un tiempo de eliminación del defecto de 0,2 segundos.**

$\rho_{eq}(\Omega m)$	5	10	50	100	200	300	500	800	1.000	3.000
$V_c$ (V)	362,7	365,4	387	414	468	522	630	792	900	1.980
$V_p$ (V)	3.708	3.816	4.680	5.760	7.920	10.080	14.400	20.880	25.200	68.000

Cuando con la utilización de un electrodo normalizado, la Tensión de Contacto resultante sea superior a la Tensión de Contacto admisible por el ser humano, se hará referencia a ciertas medidas adicionales a adoptar, cuyo objetivo es garantizar que la Tensión de Contacto admisible sea superior a la Tensión de Contacto resultante. Como medidas adicionales de seguridad, se emplearán procedimientos que aislen de los posibles contactos directos. En este sentido se utilizarán recubrimientos aislantes según la normativa de IBERDROLA.

### 12.7.6 Ejecución de las Puestas a Tierra.

Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de PaT es necesario el conocimiento del valor numérico de la resistividad del terreno, pues de ella dependerá tanto la resistencia de difusión a tierra como la distribución de potenciales en el terreno, y como consecuencia las tensiones de paso y contacto resultante en la instalación.

La realización e interpretación del diseño de puesta a tierra de CT viene en la M.T 2.11.33 "Diseño de puesta a tierras para centros de transformación, de tensión nominal  $\leq 30$  kv".



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

7DA03

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-

Colegiado nº

VISADO

### 12.7.7 Criterios de ejecución de la puesta a tierra.

El electrodo principal de tierra para el CS se realizará mediante un anillo, formando un bucle perimetral, a una distancia de 1 m alrededor de la envolvente del CS, formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado como mínimo a 0.5 m de profundidad, al que se conectarán en sus vértices y en el centro de cada lado, ocho picas de acero cobrizado de 2 m de longitud, de 14 mm de diámetro.

En algunos casos, donde la resistividad del terreno sea elevada, junto con unas corrientes puesta a tierra elevadas, para cumplir bien con la resistencia de puesta a tierra o con los requisitos de tensión de paso, puede ser necesario conectar al anillo picas en hilera (flagelo) separadas 3 entre sí.

MADRID  
Ingenieros Técnicos  
Especialistas de Madrid  
24/06/2022. Puede valer el documento FV12908799-  
7DA03

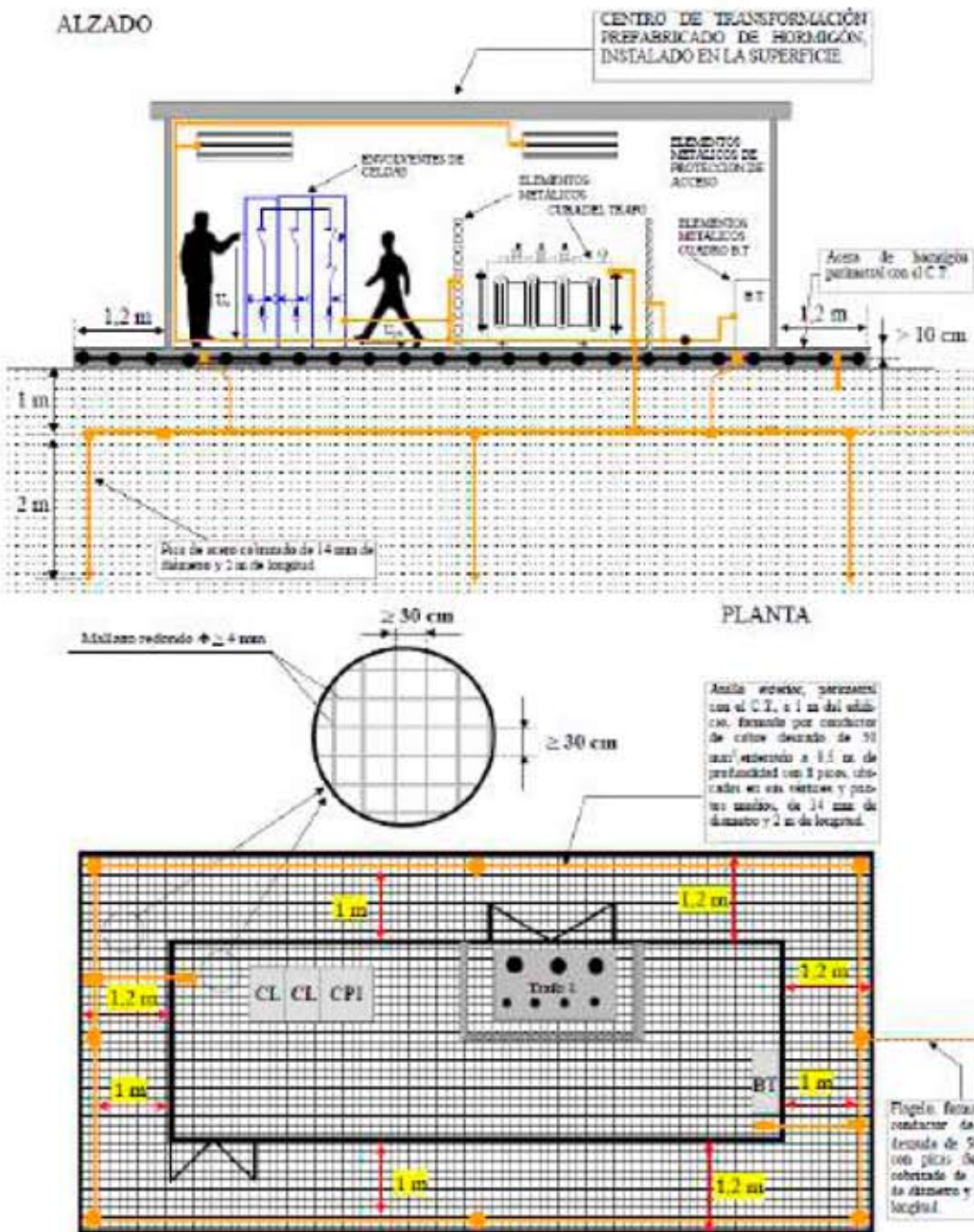


Figura 4.- Electrodo de puesta a tierra del CTS

En la tabla 3 se muestran los electrodos que se deben emplear dependiendo de la tensión nominal, pantallas de los cables y la accesibilidad.

Designación n Envolvente	Electrodo a utilizar			
	$\leq 20$ kV		30 kV**	
	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas	Pantallas conectadas	Pantallas desconectadas



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Colegiado nº

VISADO

<b>CTS</b>	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =1000 $\Omega$ .m)	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =500-1000 $\Omega$ .m)*	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =600-1000 $\Omega$ .m)*	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =300-500 $\Omega$ .m)*
<b>CSI</b>	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =1000 $\Omega$ .m)	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =500-1000 $\Omega$ .m)*	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =600-1000 $\Omega$ .m)*	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =300-500 $\Omega$ .m)*
<b>CTPS</b>	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =1000 $\Omega$ .m)	--	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =900-1000 $\Omega$ .m)*	--
<b>CTIC</b>	--	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =500-600 $\Omega$ .m)*	--	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =300-400 $\Omega$ .m)*
<b>CTIN</b>	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =1000 $\Omega$ .m)	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =500-600 $\Omega$ .m)*	--	--
<b>CTC</b>	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =1000 $\Omega$ .m)	CPT-CT-A-(XxY)-8P2 ( $\rho$ max =500-600 $\Omega$ .m)*	--	--

**Tabla 3. Electrodo a emplear dependiendo de la tensión nominal, pantallas de los cables y la accesibilidad.**

\* La resistividad máxima para la cual es válido el electrodo depende de las dimensiones del anillo.

\*\* Para tensiones de alimentación de 30 kV, este electrodo no será válido para CTs instalados en lugares tales como jardines, piscinas, campings, y áreas recreativas, donde las personas no van calzadas, salvo para el caso del CTPS, que si será válido. Para los casos en los que este electrodo no sea valido el proyectista deberá realizar el cálculo o justificación correspondiente.

Donde:

- CPT: Configuración de Puesta a Tierra
- CT: Centro de transformación
- A: Anillo formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup>
- (XxY): Dimensiones del anillo (A 1 m del perímetro de la envolvente del CT).
- 8P2: Número de picas (8) y longitud de las picas (2 m)

En todos los casos, el electrodo estará enterrado como mínimo a 0.5 m de profundidad, salvo en los CTPS, que lo estará como mínimo a 1 m.

Para el centro, el valor máximo de la resistencia de puesta a tierra, en función de la tensión de red, será la indicada en la tabla 4

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-71DA03  
 VISADO

Tensión nominal de la red Un (kV)	Conexión de las pantallas	Máximo valor de la resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )
$\leq 20$ kV	Desconectado	50
$\leq 20$ kV	Conectado	100
30 kV	Desconectado	30
30 kV	Conectado	60

**Tabla 4. Valores máximos de la resistencia a tierra en centros.**

Los valores de resistencia indicados anteriormente deben de confirmarse con medidas en el terreno sin recurrir a rellenos diferentes del propio terreno.

El valor de la resistencia de puesta a tierra correspondiente a la configuración establecida en este MT se puede obtener multiplicando el coeficiente  $K_r$ , por el valor de la resistividad del terreno  $\Omega.m$ .

Para las configuraciones anteriormente descritas, el valor del coeficiente  $K_r$ , se indica en el anexo I del MT 2.11.33 (14-02).

El electrodo correspondiente a la puesta a tierra de servicio se unirá al electrodo de la puesta a tierra de protección cuando el potencial absoluto del electrodo de puesta a tierra de protección al ser atravesado por la máxima corriente de falta a tierra, adquiera un valor inferior o igual a 1000 V.

La separación  $D$ , en metros, entre el electrodo de puesta a tierra de protección y el de servicio, que garantiza que no se induzcan tensiones en el electrodo de puesta a tierra de servicio mayores de 1000 V, cuando circula por el electrodo de puesta a tierra de protección, la intensidad  $I_E$ , en amperios, viene dado por la relación siguiente:

$$D \geq \frac{\rho I_E}{2000 \cdot \pi} \quad (m)$$

la distancia  $D$ , se ha establecido considerando que el electrodo de puesta a tierra de protección puede asimilarse a una semiesfera. Dicha consideración ha sido validada obteniendo los potenciales por el método de Howe y verificando dicha distancia. El valor de  $D$ , es válido únicamente en el caso de que la configuración del electrodo no lleve flagelo.

### 12.7.8 Cajas de seccionamiento

Cada uno de los dos sistemas de puesta a tierra estará conectado a una caja de seccionamiento independiente.

Las cajas de seccionamiento de tierras de servicio y tierras de protección se componen de una envolvente y contienen en su interior un puente de tierras fabricado con pletinas de cobre o aluminio, según proceda, de 20x3 mm. Las cajas dispondrán de una pletina seccionable accionada por dos tornillos. El citado puente de tierra descansará en un zócalo aislante de poliéster con fibra de vidrio.



Madrid  
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-719M03

VISADO

La tapa será transparente. El conjunto deberá poseer un grado de protección IP 54 e IK 08, según las Normas UNE-EN 60529 y UNE EN 50102 respectivamente y deberá soportar el siguiente ensayo:

- Nivel de aislamiento: 20 kV cresta a onda de impulso tipo rayo y 10 kV eficaces en ensayo de corta duración a frecuencia industrial, en posición de montaje.

La caja de seccionamiento de tierra de protección se colocará de tal forma que el recorrido de línea de tierra desde la caja de seccionamiento al electrodo de puesta a tierra sea lo más corto posible.

Además, se instalará una caja de unión de tierras, que permita unir o separar los electrodos de protección y servicio y señalizar la posición habitual.

## 12.8 INSTALACIONES SECUNDARIAS

- Señalización y material de seguridad.

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- 1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- 2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- 3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- 4- Los mandos de la aparata estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparata protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El CTCS dispondrá de los siguientes elementos de seguridad:

Señalización de seguridad según lo especificado en el anexo D del MO.07.P2.11 "Señalización de seguridad permanente para instalaciones" (señal de riesgo eléctrico, cartel de primeros auxilios, cartel de las cinco reglas de oro, cartel de uso obligatorio de EPIs, cartel de teléfonos de emergencia, cartel de posibles riesgos, etc.), y se rellenarán los carteles de teléfonos de emergencia y posibles riesgos asociados a la instalación.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Colegio de

VISADO

Carteles de identificación y rotulado de centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección que se especifican en el MT 2.10.55 "Criterios de identificación y rotulado de los centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección".

Cualquier conducción que llegue desde el exterior del CT (comunicaciones, etc.) deberá poseer un nivel de aislamiento a tensión asignada de corta duración a frecuencia industrial de 10 kV (valor eficaz durante 1 minuto).



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día  
24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
7DA03

**VISADO**

### Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.



## 12.9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con la instrucción ITC-RAT 14 (apartado 41), se deberán cumplir las disposiciones reguladoras de la protección contra incendio en los establecimientos industriales en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación y en particular sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en la ITC-RAT 14 y afecten a la edificación.

Además y con carácter específico se adoptarán las medidas siguientes:

### A. Instalación de dispositivos de recogida del aceite en fosos colectores

Se dispondrá de arquetas de recogida de aceite con revestimiento resistente y estanco para cada transformador, teniendo en cuenta en su diseño y dimensionado el volumen de aceite que puede recibir (600 litros). Por otro lado, se instalará una rejilla cortafuego con canto rodado en cada una de las arquetas de recogida de aceite.

### B. Sistemas de extinción

#### B.1) Extintores móviles:

Debido a la existencia de un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de las instalaciones de la compañía, no será preciso instalar un extintor móvil, sin embargo este personaje itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B.

#### B.2) Sistemas fijos:

No será necesaria la instalación de un sistema fijo de extinción de incendios según la instrucción ITC-RAT 14.



Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día  
24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
7DAGS

Colegiado nº

VISADO

## 12.10 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN.

Para el diseño de las instalaciones de alta tensión se han adoptado las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de la instalación especialmente cuando esta instalación de Alta Tensión está ubicada en el interior de edificio o para otros usos.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se han realizado los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño.

Como dicho Centro de Transformación es un prefabricado y subterráneo, se ha diseñado de la forma:

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán en la disposición en triángulo y formando ternas.
- b) La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- c) Se ha procurado que las interconexiones sean lo más cortas posibles y por el suelo.
- d) Al ser un CT prefabricado y subterráneo ubicado en una parcela al exterior y no existir ninguna vivienda alrededor, no existe ningún problema por la ubicación del Cuadro de baja tensión.

## 12.11 LIMITACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EMITIDO POR INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensiona y diseña de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DM03

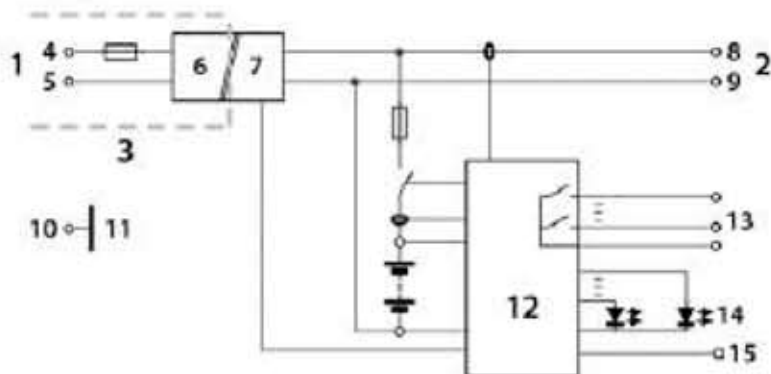
Colegido nº

VISADO

## 12.12 UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL

### Arquitectura

El cargador ekor.bat-200 es una SAI donde la batería está conectada a la salida tal y como muestra la siguiente imagen.



- 1 Entrada
- 2 Salida
- 3 10 kV aislamiento
- 4 Fase
- 5 Neutro
- 6 CA
- 7 CC
- 8 +24 /+ 48 Vcc
- 9 0 V
- 10 Tierra
- 11 Chasis
- 12 Control
- 13 Alarmas
- 14 Señalización local
- 15 Ethernet RS232



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día  
24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
7DA03

Colegiado nº

**VISADO**

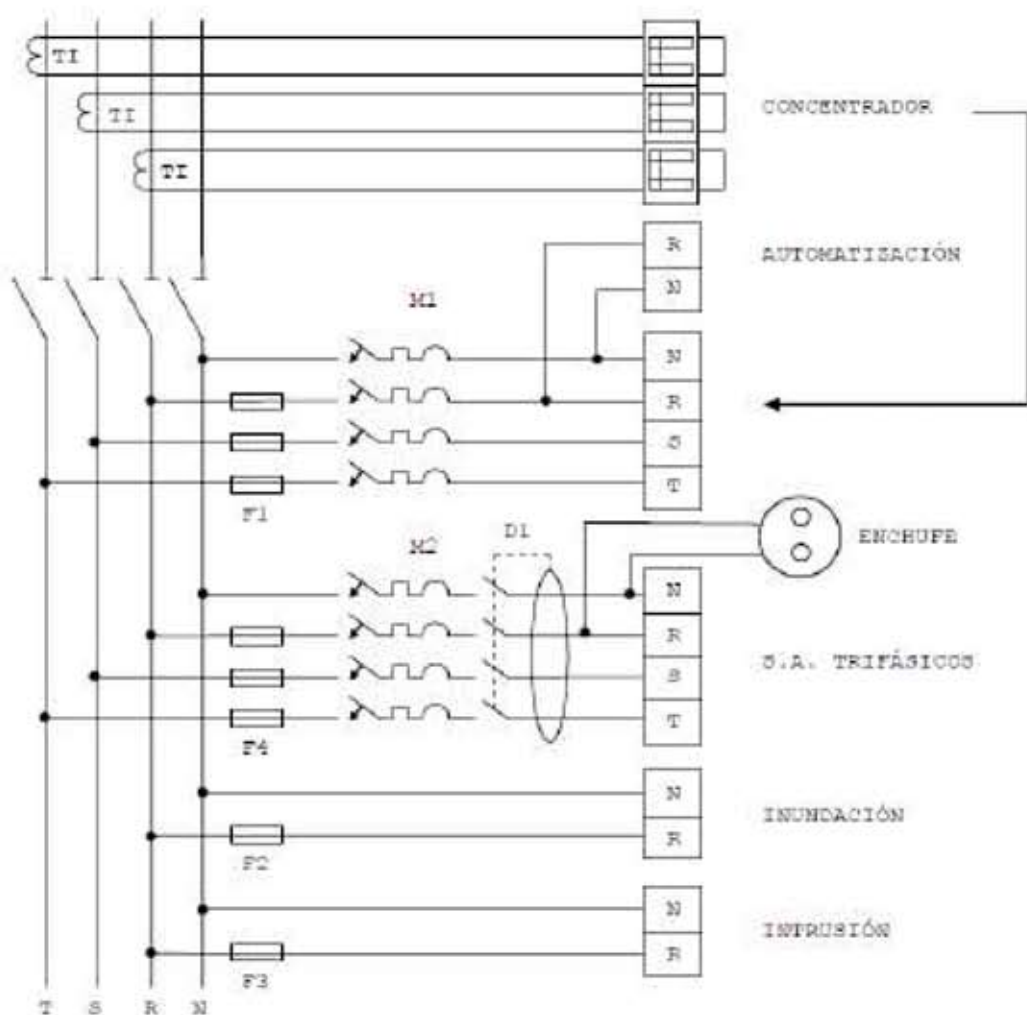
### Arranque y conexión de batería

Cuando la unidad se conecte a 230 Vac se energiza en ese mismo instante ya que el equipo no dispone de interruptor de encendido.

Al energizarse el cargador, el proceso inicial de PowerUP se encarga de sacar tensión de salida y verificar que hay baterías conectadas, en caso afirmativo, se cierra el contacto interno iniciando el proceso de carga de baterías.

### Función de alimentación y control de equipos de supervisión y telemando.

La función de control y alimentación equipos de supervisión y telemando incorporada al CBT-EA ST, contendrá los elementos descritos en la figura 3 con las características de la tabla 7. Todos ellos irán rotulados según se indica en la figura 3.




El cableado de los mencionados elementos, se realizará con cable aislado de 4 mm<sup>2</sup>, excepto el cableado de alimentación al regletero del concentrador que se realizará con cable aislado de 2,5 mm<sup>2</sup>, según la norma NI 56.10.00.

Madrid Industrial de Madrid ZDA03 Colegiado nº

### 12.12.1 ALIMENTACIÓN EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y TELEGESTIÓN

Los equipos de protección y telegestión se alimentarán desde el propio transformador del centro correspondiente.

	<b>Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid</b>
Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede valdar el documento FV12908799-7DA03	<b>VISADO</b>
	Colegiado nº

**12.13 ESQUEMAS ARMARIOS DE TELEGESTIÓN**

**ARMARIOS DE TELEGESTION – RED INTELIGENTE. ATG-I-1BT.**

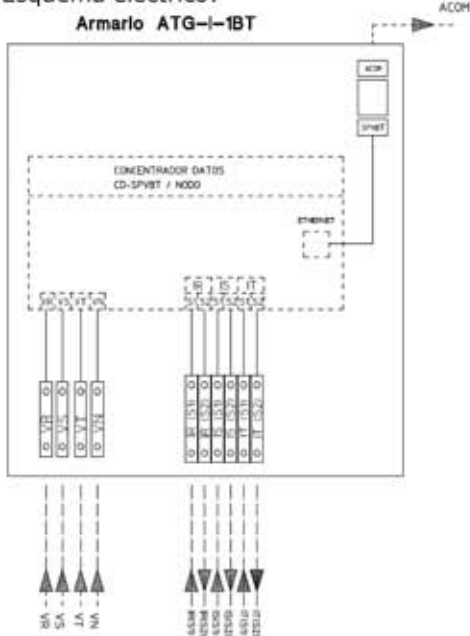
Armario interior de Telegestión para un único Supervisor.

Cumple con los requisitos indicados en la ET "Armarios de TELEGESTION. RED Inteligente" Ed.1 Enero 2019.

IBERDROLA		PRONUTEC	
Código ID	Designación	Referencia PNT	Designación
<b>4278185</b>	<b>ATG-I-1BT</b>	<b>444.10.01.00.00.00</b>	<b>ATG-I-1BT</b>

Dimensiones exteriores: 405 x 315 x 205 mm. Grado de Protección IP32D. Uso Interior.

Esquema eléctrico:



**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03  
 I. Colegado nº  
**VISADO**

**ARMARIO DE TELEGESTION – RED INTELIGENTE. ACOM-I-Vcc.**

Armario de Comunicaciones de interior para Equipos con alimentación en Vcc.

Válido para tres disposiciones de equipos: Router Vcc , SWITCH(FO)+PLC, SWITCH(FO).

Cumple con los requisitos indicados en la ET "Armarios de TELEGESTION. RED Inteligente" Ed.1 Enero 2019.

IBERDROLA		PRONUTEC	
Código ID	Designación	Referencia PNT	Designación
<b>4278200</b>	<b>ACOM-I-Vcc</b>	<b>444.200.100.7000</b>	<b>ACOM-I-Vcc</b>

Dimensiones exteriores: 405 x 315 x 205 mm. Grado de Protección IP32D. Uso interior.

Alimentación a  $\pm 48$  Vcc



FOTO ARMARIO SIN EQUIPO:



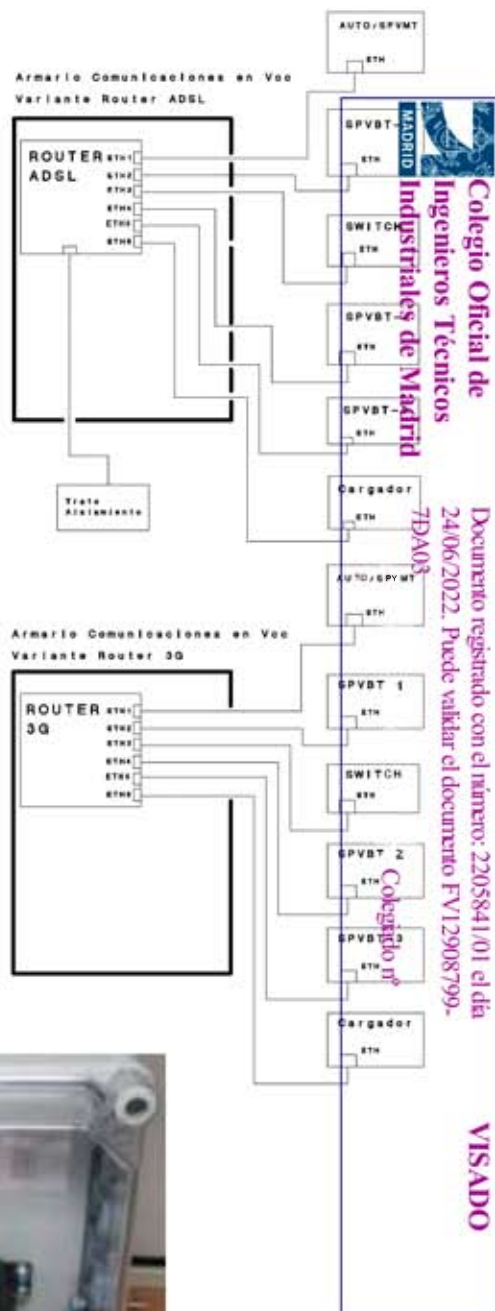
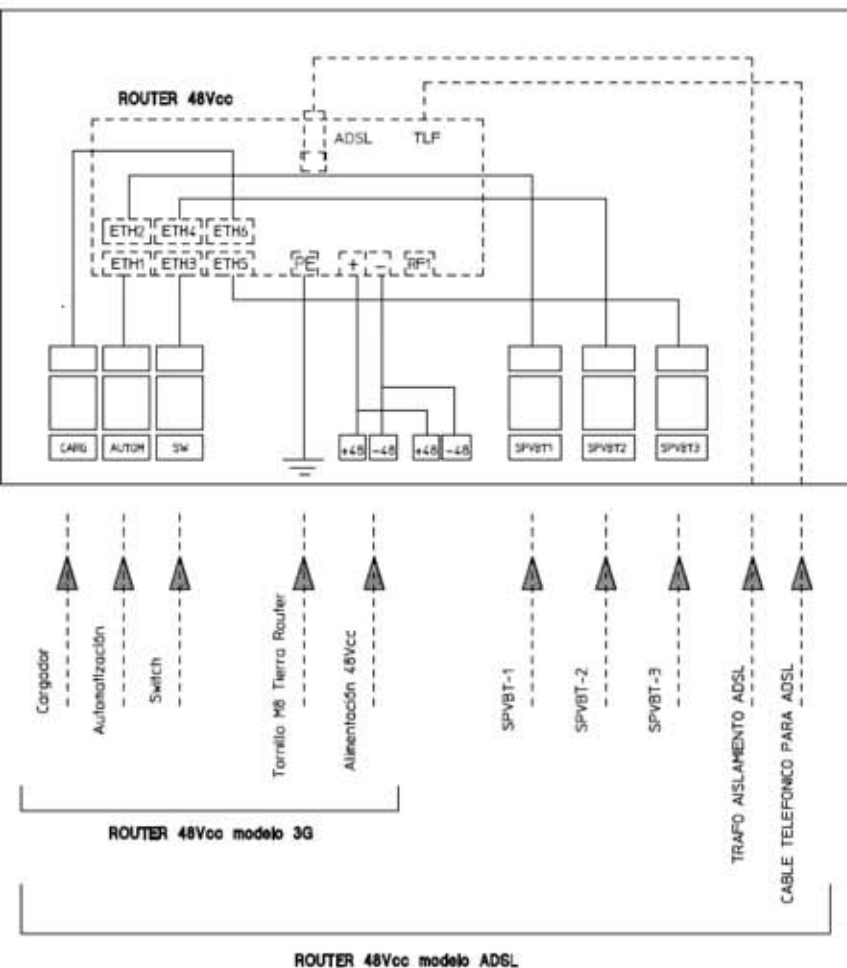
**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Colegiado nº

**VISADO**

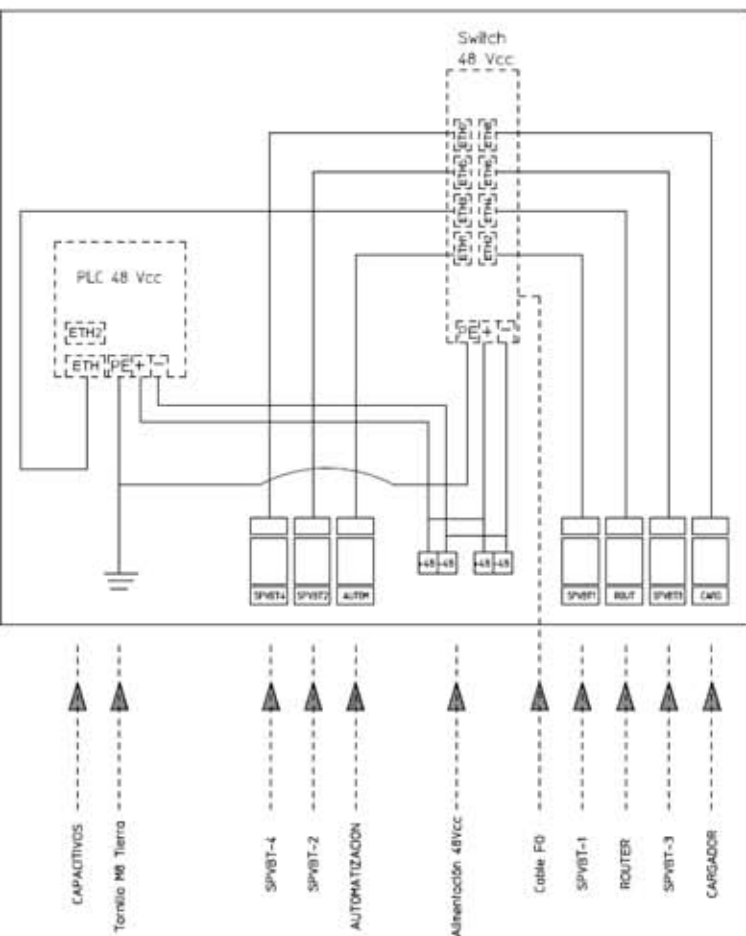
Variante para Router (Vcc y ADSL):



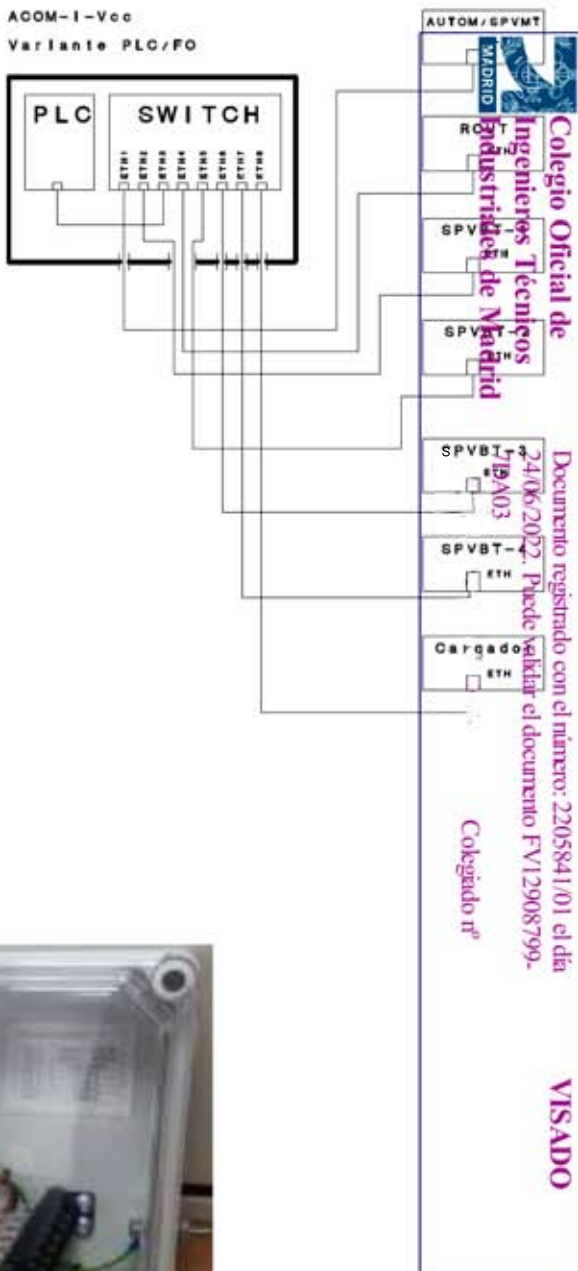
**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede valgar el documento FV12908799-7DA03  
**VISADO**

Variante para SWITCH (FO) + PLC:

Esquema eléctrico:



ACOM-1-Vcc  
Variante PLC/FO



**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**  
 24/06/2022. Puede valer el documento FV12908799-

**VISADO**


Colegiado nº

### 13 RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

#### 13.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PROYECTADA

La red subterránea de baja tensión proyectada consiste en 4 circuitos formados por conductor de aluminio tipo con aislamiento XZ1 0.6/1 kV y sección de 3(1x240)+1x150 mm<sup>2</sup>. Discurre canalizada bajo tubo de 160 mm de diámetro, siguiendo la trayectoria reflejada en el capítulo de Planos de este proyecto. En la tabla siguiente se indican las características principales:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1 PROYECTADO							
ID LÍNEA	ORIGEN	FIN	PORTAL	SERVICIO	POTENCIA (kW) sin coeficiente ITC BT 10	POTENCIA (kW) con coeficiente ITC BT 10	LONGITUD (m)
C 1.1	CT PROYECTADO	CGP 1 (Esquema 10)	PORTAL A	6 VIVIENDAS, R VEHÍCULO ELEC., SERVICIOS COMUNES	82,46	76,94	11
C 1.2	CT PROYECTADO	CGP 2 (Esquema 11)	PORTAL B Y E	11 VIVIENDAS, R VEHÍCULO ELEC., SERVICIOS COMUNES	152,04	135,48	9
C 1.3	CT PROYECTADO 1	CGP 3 (Esquema 10)	PORTAL D	5 VIVIENDAS, R VEHÍCULO ELEC., PORTAL	147,58	143,900	12
C 1.4	CT PROYECTADO	CGP 4 (Esquema 10)	PORTAL C	6 VIVIENDAS, R VEHÍCULO ELEC., SERVICIOS COMUNES	78,78	73,26	14
<b>TOTAL CT1</b>					<b>460,86</b>	<b>429,58</b>	<b>46</b>


**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validarse el documento: PV120087200

Colgado nº 46  
**VISADO**

## 13.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Se instalarán cables unipolares de aluminio con aislamiento seco de polietileno reticulado (XLPE), cuya denominación UNE es XZ1 0,6/1 kV y de sección 3x(1x240) mm<sup>2</sup> + 1x150 mm<sup>2</sup>.

Aquellos materiales cuyas características no queden suficientemente específicas, cumplirán con lo dispuesto en el Capítulo III. Características de los Materiales, del MT 2.03.20.

### 13.2.1 Cables

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos RV, según NI 56.31.21 y XZ1, según NI 56.37.01, de las características siguientes:

- \* Cable tipo ..... RV ..... XZ1
- \* Conductor ..... Aluminio ..... Aluminio
- \* Secciones. .... 50 -95 -150 y 240 mm<sup>2</sup> ..... 50 -95 -150 y 240 mm<sup>2</sup>
- \* Tensión asignada ..... 0,6/1 kV ..... 0,6/1 kV
- \* Aislamiento ..... Polietileno reticulado ..... Polietileno reticulado
- \* Cubierta ..... PVC ..... Poliolefina (Z1)
- \* Categoría Resistencia ..... UNE EN 60332-1-2 ..... (S) seg. Incendio

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.

La utilización de las diferentes secciones será la siguiente la sección de 240 mm<sup>2</sup>, se utilizará en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión del transformador de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT. Además la sección de 150 mm<sup>2</sup> se utilizará como neutro de la sección de fase de 240 mm<sup>2</sup>

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

### 13.2.2 Accesorios

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Las características de los accesorios serán las establecidas en la NI 56.88.01.

Los empalmes y terminales se ejecutarán siguiendo el MT correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

Las piezas de conexión se ajustarán a la NI 58.20.71.

Los terminales serán preaislados y con sistema de apriete por tornillo fusible

## 13.3 CANALIZACIONES

### 13.3.1 Canalización entubada (asiento de arena)

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-7DA03

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación, según NI 50.20.02 "Marcos y tapas para arquetas en canalizaciones subterráneas".

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\varnothing$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Se instalará un multitubo, designado como MTT 3x40, según NI 52.95.20, que se utilizará cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia, etc, según NI 33.26. "Cables ópticos subterráneos (OSGZ1)". A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La guía de instalación del ducto y accesorios, se encuentra definida en el MT 2.33.14 "Guía de instalación de los cables óptico subterráneos", mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en la NI 52.95.20 "Tubos de plástico y sus accesorios (exentos halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones".

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento; para este relleno se utilizará tierra procedente de la excavación y tierra de préstamo, todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural H-15 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

### 13.3.2 Condiciones generales para cruces

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\varnothing$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm  $\varnothing$ , destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón no estructural H 12,5, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón no estructural H 15 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón no estructural H 15, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-

Colegiado nº

VISADO

Después se colocará un firme de hormigón no estructural H 15 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual dada su complejidad.

**Cruzamientos.** Las condiciones a que deben responder de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados serán las indicadas en el punto 2.2.1 de la ITC-BT-07 del Reglamento de BT.

En los cruces de líneas subterráneas de BT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla A1. Cuando no puedan mantenerse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización se dispondrá entubada según lo indicado en el apartado 9.2 o bien podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la tabla adjunta. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.) En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid  
 Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-72063  
 VISADO

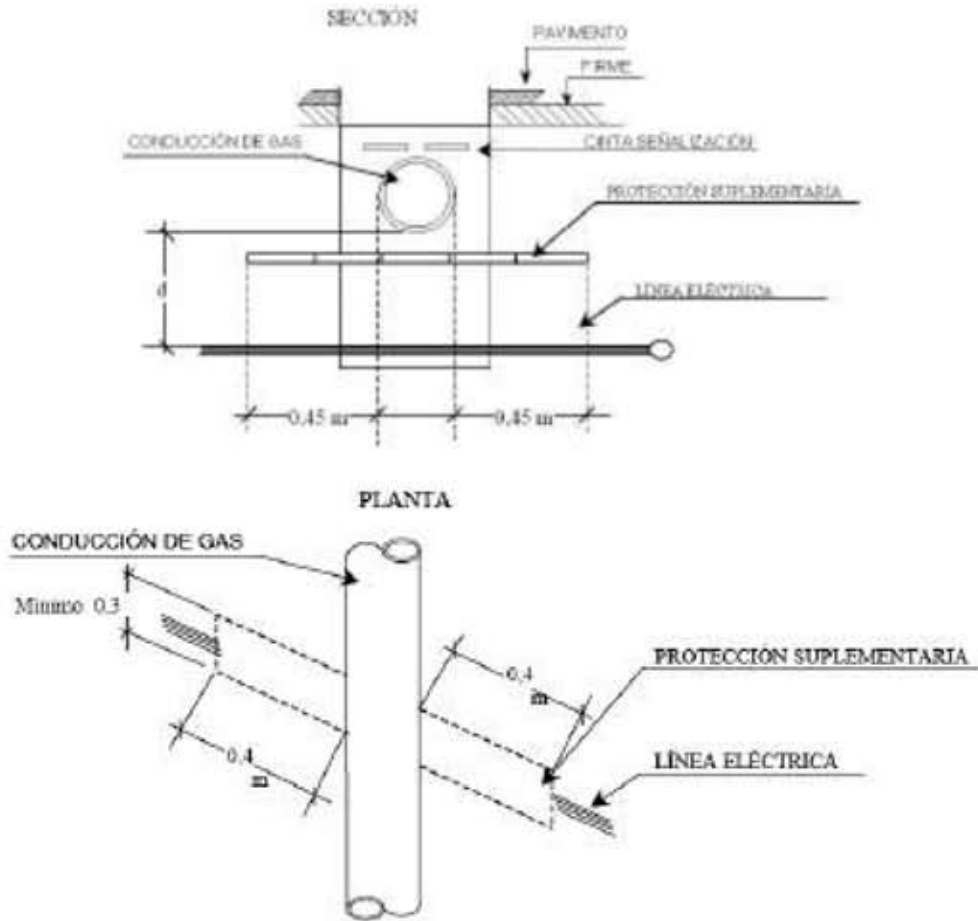
Código r11

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d') con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(\*) *Acometida interior:* Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta. El propio tubo utilizado en la canalización, se considerará como protección suplementaria, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente siempre y cuando los tubos estén constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica,

con resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, de 28 J si el diámetro exterior es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J si el diámetro exterior es superior a 140 mm



**Proximidades y paralelismos.** Las condiciones y distancias de proximidad a que deben responder de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados serán las indicadas en el punto 2.2.2 de la ITC-BT-07 del Reglamento de BT. Cuando el operador en ambos servicios sea *I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.* y para las obras promovidas por la Empresa, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas que vayan a ser cedidas a *I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.*, en el manual técnico de *I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.*, MT 5.01.01 "PROYECTO TIPO DE REDES Y ACOMETIDAS CON PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN HASTA 5 BAR", se indican las características de las canalizaciones enterradas y entubadas, conjuntas de gas y red eléctrica de AT.

Estas canalizaciones podrán incorporar de un multitubo, a solicitud de telecomunicaciones.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

### 13.4 CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN.

Las cajas generales de protección y su instalación, cumplirán con la norma NI 76.50.01. El material de la envolvente será aislante, como mínimo, de la Clase A, según UNE 21 305.

En los casos de viviendas unifamiliares con terreno circundante, en lugar de cajas generales de protección, se instalarán cajas generales de protección y medida, las cuales podrán usarse también para seccionamiento de la red. Se ajustarán a las normas NI 42.72.00 y NI 76.50.04.

### 13.5 PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según el Reglamento de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución tipo, a no ser que éstos sean de dimensiones especiales que deberán justificarse previamente en la Memoria.



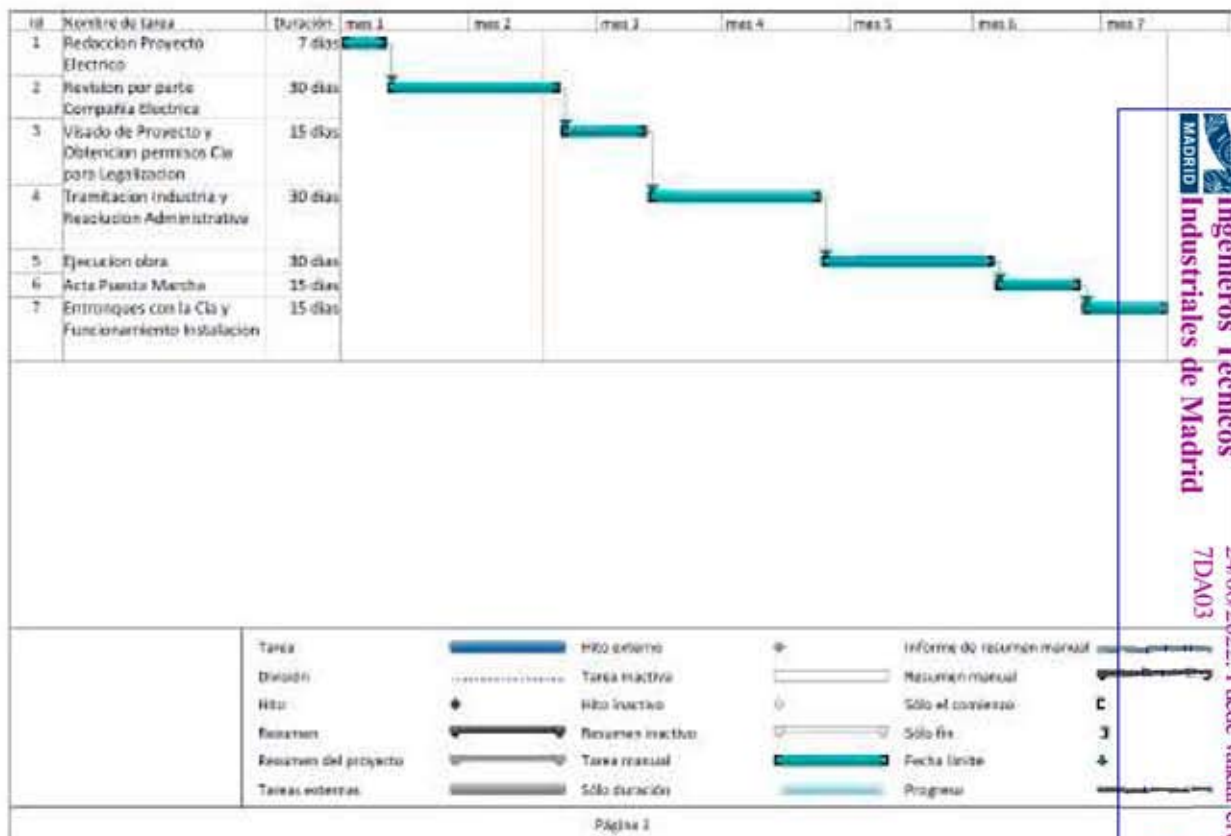
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede valdár el documento FV12908799-7DA02

Colegiado nº

VISADO

## 14 PLANIFICACIÓN



MADRID  
**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-71DA03

Colegiado nº

**VISADO**

## 15 CONCLUSIÓN

Con todo lo anterior, el autor del proyecto considera que quedan definidos los extremos de la instalación que se proyecta, quedando dispuesto a aclarar cuantas dudas puedan surgir.

Madrid, Mayo de 2022

El Ingeniero Técnico Industrial Autor del Proyecto



**Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos  
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día  
24/06/2022. Puede valklar el documento FV12908799-  
71DA03

**VISADO**

Colegiado nº

## CÁLCULOS

## Índice del documento

<b>1</b>	<b>CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1	CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR .....	5
1.2	INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN .....	6
1.3	INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN .....	6
1.4	CORTOCIRCUITOS .....	7
1.4.1	Observaciones.....	7
1.4.2	Cálculo de las corrientes de cortocircuito .....	7
1.4.3	Dimensionado del embarrado .....	8
1.5	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN .....	9
1.5.1	Transformadores .....	9
1.5.2	Termómetro.....	9
1.5.3	Protecciones en BT.....	9
1.6	DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT.....	9
1.6.1	Transformadores .....	9
1.7	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	10
1.8	DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS .....	13
<b>2</b>	<b>TOMAS DE TIERRA. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.....</b>	<b>15</b>
2.1	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO .....	15
2.2	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO. ....	16
2.3	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra .....	17
2.3.1	Investigación de las características del suelo .....	17
2.3.2	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto. ....	18
2.3.3	Cálculo del sistema de puesta a tierra de protección .....	18
2.3.4	Cálculo del sistema de puesta a tierra de servicio .....	22
2.4	CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL .....	23
<b>3</b>	<b>CÁLCULO CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y RUIDO .....</b>	<b>25</b>
3.1	LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN. ....	25
3.2	CÁLCULOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS .....	25




**Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día 24/06/2022. Puede valdarse el documento FV12908799-7DA03

**VISADO**

Colegio nº

3.3	LIMITACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EMITIDO POR INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN .....	27
<b>4</b>	<b>CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>32</b>
4.1	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR .....	32
4.2	REACTANCIA DEL CABLE .....	32
4.3	CAPACIDAD .....	34
4.4	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.....	35
4.5	CÁLCULOS DE CAÍDAS DE TENSIÓN Y DE POTENCIA MÁXIMA PARA LA RED DE MEDIA TENSIÓN. ....	38
<b>5</b>	<b>CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA DE BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>45</b>
5.1	DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN.....	45
5.2	PROTECCIONES DE SOBREENSIDAD .....	50
5.3	RESULTADOS DEL CÁLCULO .....	51
5.3.1	Tabla de resultados.....	51



**COLEGIO OFICIAL DE  
INGENIEROS TÉCNICOS  
INDUSTRIALES DE MADRID**

Documento registrado con el número: 2205841/01 el día  
24/06/2022. Puede validar el documento FV12908799-  
7DA03

Colegiado nº

**VISADO**